

VESIHALLITUS—NATIONAL BOARD OF WATERS, FINLAND

**Tiedotus
Report**

231

KAISU ANTTONEN-HEIKKILÄ

**SÄÄNNÖSTELYN VAIKUTUKSISTA
OULUJÄRVEN RANTA- JA
VESIKASVILLISUUTEEN**

HELSINKI 1983

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesihallituksen virallisena kannanottona.

VESIHALLITUKSEN TIEDOTUKSIA koskevat tilaukset: Valtion painatuskeskus PL 516, 00101 Helsinki 10,
puh. 90-539 011/julkaisutilaukset

ISBN 951-46-6676-3
ISSN 0355-0745

S I S Ä L L Y S

	sivu
1 JOHDANTO	5
2 KATSAUS AIEMPIIN TUTKIMUKSIIN	5
3. OULUJÄRVI	7
3.1 Veden laatu Oulujärven eri osissa	10
3.2 Säännöstelyn luonne	11
3.3 Tutkimusalueitten luonnehdinta	15
4. AINEISTO JA MENETELMÄT	18
5. TULOKSET	19
5.1 Tutkimusalueitten luokittelu	19
5.2 Rantavesien laatu	25
5.3 Ranta- ja vesikasvillisuus	26
5.31 Kasvilajien esiintyminen tutkimus- alueilla	26
5.32 Satunnaislajit	34
5.4 Litoraali- ja kasvillisuusvyöhykkeet	34
5.41 Supralitoraalin eli maarannan lajisto	36
5.42 Eulitoraali eli kosteikkoranta	40
5.43 Sublitoraalin eli vesirannan lajisto	40
5.5 Lajiston ryhmittelyä tulvan siedon ja kilpailukyvyn mukaan	42
6. TULOSTEN TARKASTELUA	46
6.1 Järvi- ja rantatyypeistä	46
6.2 Vedenkorkeusvaihteluiden merkitys	47
6.3 Rehevöityminen	53
6.4 Jään vaikutukset	56
6.5 Soistuminen rantavyöhykkeessä	56
6.6 Kilpailu	57
6.7 Sukkessiosta Oulujärven rannoilla	59
6.8 Rantojen kunnostamisesta	61
7. YHTEENVETO	63
KIRJALLISUUS	66
LIITTEET	

1 J O H D A N T O

Kesällä 1980 Kainuun vesipiirissä aloittamani Oulujärven ranta- ja vesikasvillisuustutkimuksen tarkoituksena on selvittää Oulujärven vuodesta 1951 jatkuneen vedenkorkeuden säännöstelyn ja sen mukanaan tuomien vedenkorkeusvaihteluiden vaikutuksia järven makrofyttikasvillisuuteen; sen lajistoon, etenemiseen ja kehityssuuntaan etenkin loivilla, alhaisen vedenkorkeuden paljastamilla rannoilla ja eräissä matalissa lahdissa.

Tutkimushanke on osaltaan saanut alkunsa Oulujärven kalastajien ja ranta-asukkaiden valituksista säännöstelyn aikaisten muutosten vaikutuksista järven rannoilla. Soistuminen, pensakoituminen ja vesikasvillisuuden lisääntyminen ovat olennaisesti vaikuttaneet ranta- ja järvimaisemaan ja rantojen käyttömahdollisuuksiin.

Esittämäni tulokset ja johtopäätökset perustuvat kahtena toisistaan suuresti poikkeavana kesänä vuosina 1980 ja 1981 keräämääni kenttämateriaaliin ja havaintoihin ja ovat siten vain perusmateriaalia Oulujärven tiettyjen rantaosuuksien kasvilajistosta, sen keskinäisistä suhteista ja sen muodostamisesta vyöhykkeistä ja toimivat pohjana jatkotutkimuksille.

2 K A T S A U S A I E M P I I N T U T K I M U K S I I N

Oulujärven vesi- ja rantakasvillisuuden tutkimus on ollut vähäistä niin säännöstelyä edeltäneeltä kuin sen jälkeiseltäkin ajalta. Kainuun kasvistolisia erityispiirteitä ja metsätyyppejä on kyllä tutkittu: Kujala (1921, 1936) selvitti metsä- ja suotyypppejä kuten myös Kalela (1952), lehtoja ovat tutkineet Sotkamon alueella Mikkola (1937) ja Kaakinen (1972). Kyyhkynen (1917, 1919, 1920, 1921) kartoitti Kainuun eri osien kasvillisuutta ja julkaisi mm. Suomussalmen kasvion.

Brenner (1899) mainitsee Pohjois-Suomen kasvillisuutta koskevista tutkimuksissaan Kainuun aluetta käsitellessään myös Oulujärven ja sen ympäristön kasvillisuudesta, Mariston (1941) koko Suomen järviä koskevaan järvi-tyyppitutkimukseen sisältyvät myös Oulujärven osa-alueet Melalahti ja Sokajärvi (s. 50-51). Juola (1975) ei käsittele artikkelissaan varsinaisesti Oulujärven kasvillisuutta ja pohjaeläimistöä vaan Onto- ja Kiantajärveä, molemmat Oulujoen vesistöalueeseen kuuluvia säännösteltyjä järviä, joista tehdyt havainnot ovat vertailtavissa Oulujärveen.

Oulujärven rantojen geomorfologiaa ovat tutkineet Leiviskä (1913), Häikiö (1967) ja Keränen (1980), viimeainittu etenkin säännöstelyn vaikutuksia.

Säännöstelyn vaikutuksia Oulujärvellä limnologiselta kannalta ovat selvittäneet Linnilä (1971), Hallanaro (1979), Åman (1980), Granberg & Hakkari (1980). Vesihallitus on julkaissut vuonna 1977 Oulujoen vesistöalueen vesien käytön kokonaissuunnitelman.

Lisäksi Oulujärvellä on tehty kalatalouteen liittyviä selvityksiä, kalataloudellinen kokonaisselvitys on tekeillä Kainuun Seutukaavaliitossa. Partanen (1980) on koonnut sitä palvelevaa kirjallisuutta.

Vedenkorkeuden säännöstelyä ja sen vaikutuksia koskevia selvityksiä on julkaistu runsaasti Pohjois-Ruotsin tunturialueen säännöstelyaltailta (Du Rietz et al 1939, Forsberg 1964, Wassén 1966, Sjörs & Nilsson 1976, Lundqvist & Wistrand 1976, Hytteborn 1977, Nilsson 1978, Nicklasson 1979, Zackrisson 1978, Jensén 1979, Nilsson 1981). Tutkimuksissa on käsitelty kasvillisuuden dynamiikkaa ja sukkessiota voimakkaasti säännöstellyllä rannalla. Säännöstelytoimenpiteet ovat näissä järvissä voimakkaat: vedenpinnan korkeutta on nostettu luonnontilaisesta ja säännöstelyväli on parikymmentä metriä; tällaisella rannalla kasvillisuus köyhtyy ja ranta-alue ero-soituu voimakkaasti.

Oulujärvellä vedenkorkeus on laskenut luonnontilaisesta ja säännöstelyväli on suhteellisen pieni (2,70 m) verrattuna ruotsalaisiin (6-20 m). Vedenpinnan laskun vaikutuksia ranta- ja vesikasvillisuuteen ovat käsitelleet tutkimuksissaan mm. Lohammar (1949), Lillieroth (1950) ja Hejny (1957), vedenkorkeusvaihteluiden vaikutuksia ovat tutkineet mm. Quennerstedt (1958a, 1958b), Hejny (1971).

Vedenpinnan laskulla on aina alkuvaiheessaan vesistöä rehevöittävä vaikutus: perustuotanto lisääntyy ja ranta- ja vesikasvillisuus leviää matalilla rannoilla, tasapainon saavuttaminen vie useita vuosikymmeniä vrt. Kuflinovski (1971), Pieczynska (1972), Schindler (1974), Ekzertzev (1979). Suomalaisia tutkimuksia vedenkorkeusvaihteluitten vaikutuksista ovat esimerkiksi Mäkirinta (1976), Vogt (1978), Tuononen et al (1981), myös Aario (1933), Järnefelt (1951, lausunto) ja Hinneri (1965), jotka ovat tutkimuksissaan käsitelleet kasvillisuuden sukkessiota ja säännöstelyn vaikutuksia rantavyöhykkeessä.

3. OULUJÄRVI

Oulujärven yleispiirteet on esitetty taulukossa 1 ja sijainti kuvassa 1. Oulujärvi on Oulujoen vesistöalueen keskusallas. Sille ovat ominaisia suuret avoimet selät, joista suurimmat ovat Niskanselkä, Ärjänselkä ja Paltaselkä. Järven eri osat poikkeavat ominaisuuksiltaan toisistaan niin veden laadun, maaperän kuin kasvillisuudenkin suhteen. Saaria, joilla on rantaviivaa yli viisi kilometriä, on 73 kpl ja yli aarin kokoisia 499 kpl.

Oulujärven halkaisee harjumuodostelma, joka kulkee Paltaniemi - Manamansalo - Säräisniemi linjaa. Järven rannoista on yli 12 % hiekkarantaa ja vajaa 10 % suorantaa, loput voi luokitella kovanmaan rannoiksi (Asikainen 1971, Hallanaro 1979).

Oulujärveen laskevat suurimmat joet ovat: Niskanselälle Aittojoki (Leinosenjoki), Ärjänselälle Mainuanjoki ja Vuolijoki, sekä Paltaselälle Varisjoki, Kiehimänjoki (Emäjoki), Miesjoki ja Kajaaninjoki. Nämä joet tuovat vesiä Hyrynsalmen ja Sotkamon reittivesistä. Oulujärvestä vedet laskevat edelleen Oulujokea pitkin Perämereen.

Taulukko 1. Oulujärven yleispiirteet

HW = yliveden korkeus, MW = keskiveden korkeus

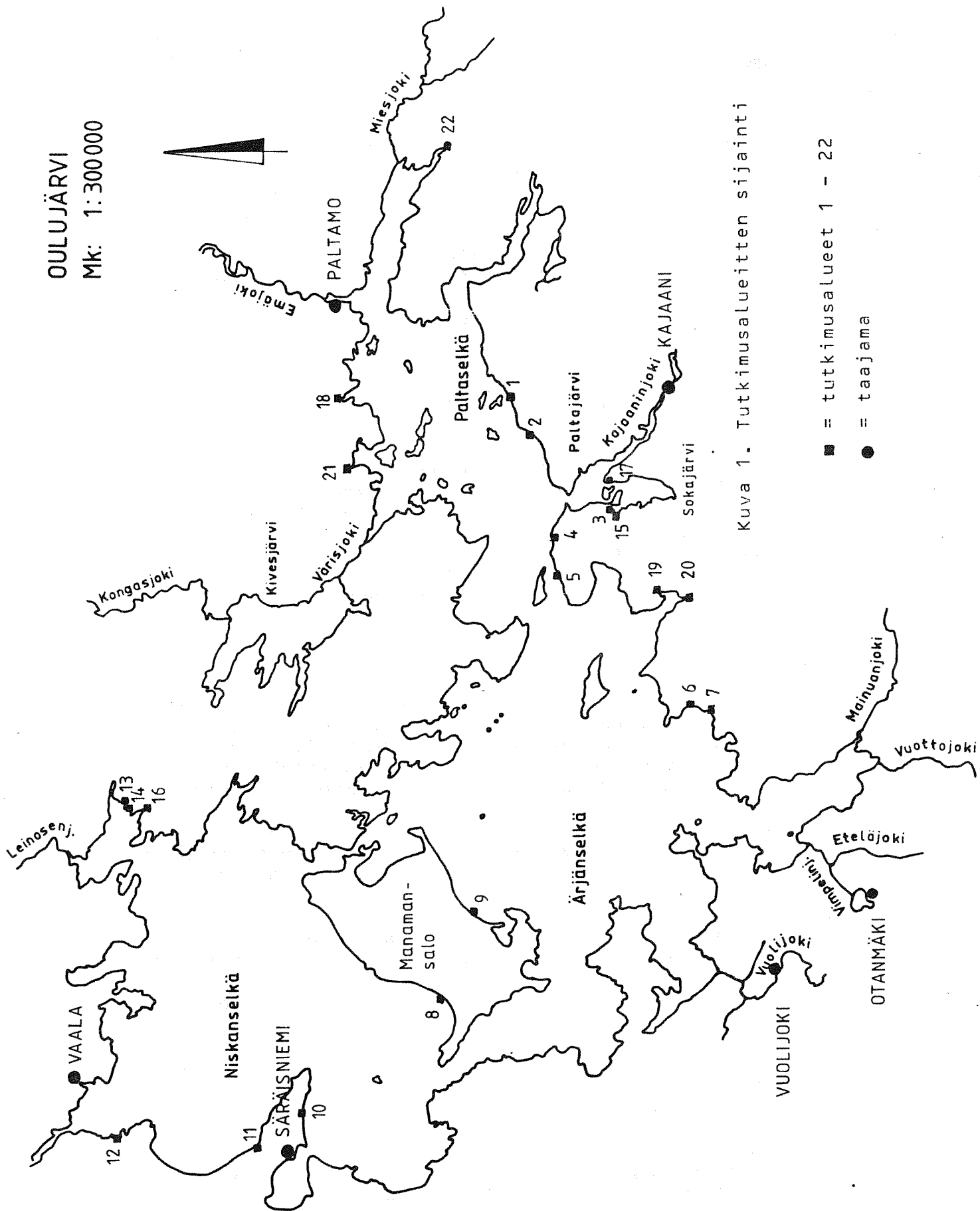
NW = aliveden korkeus

NN = korkeus merenpinnasta

(Vesihallitus 1977, Hallanaro 1979)

pinta-ala km ²	928 (MW) 944 (HW) 778 (NW)
valuma-alue km ²	19860
järvisyys %	12
tilavuus km ³	4978 (NN+ 122,30 m)
teoreettinen viipymä vrk	270 -"-
keskisyvyys m	7,6
suurin syvyys m	38
kokonaispituus km	50
suurin leveys km	29
rantaviivan pituus km	590
saaret mukaanlukien km	yli 900
säännöstelyväli talvikaudella m	2,70
- " - kasvukaudella m	2,30
säännöstelyrajat (NN-taso):	
talvikaudella m	120,50 - 123,20
kasvukaudella v. 1978 lähtien m	121,60 - 123,20
- " - v. 1977 saakka m	120,90 - 123,20
kokonaiskuormitus:	
fosfori g/m ² . a	0,13
typpi -"-	3,5
fosforipitoisuus µg/l	15-25
kemiallinen hapenkulutus mgO ₂ /l	4,4-17

OULUJÄRVI
Mk: 1:300000



Kuva 1. Tutkimusalueitten sijainti

■ = tutkimusalueet 1 - 22

● = taajama

3.1 VEDEN LAATU OULUJÄRVEN ERI OSISSA

Oulujärvi on yleisluonteeltaan niukkaravinteinen, mesohumooninen järvi (Järnefelt 1956). Lämpötilakerrostuneisuus on heikko, voimakkaimmillaan elokuun alkupuolella (Hallanaro 1979). Pääosiltaan Oulujärven veden laatu on hyvä (Vesihallitus 1977), jätevesien vaikutusaluetta on Paltaselän länsi- ja eteläosa, jonne tulevat Kajaaninjoen ja Paltajärven kautta Kajaani Oy:n sulfiittiselluloosa- ja paperitehtaan sekä Kajaanin kaupungin jätevedet. Paltaselällä esiintyy teollisuusjätevesien perustuotantoa rasittavia vaikutuksia ja keskellä olevassa 30 metrin syvänteessä on 15 metrin paksuinen hapeton, runsaasti jäteliöntä sisältävä vesimassa (Vesihallitus 1977).

Paltajärvi on matala Kajaaninjoen laajentuma, joka ei kerrostu joen normaalivirtaamien aikana eikä talvista happikatoa esiinny kuten Sokajärvässä, joka on Oulujärven rehevin osa: plankton- ja bakteerimäärät ovat suuret ja perustuotanto huomattava. Kemiallisen hapenkulutuksen arvot ja ligniinipitoisuudet ovat Soka- ja Paltajärvässä sekä Paltaselän länsi- ja eteläosissa korkeat (Hallanaro 1979). Ravinnepitoisuudet eivät juuri poikkea järven muista osista (Vesihallitus 1977, Hallanaro 1979).

Ärjänselän itäosat vastaanottavat Paltaselältä virtaavia vesiä ja Ärjänselän länsipäästä vedet virtaavat edelleen Niskanselälle. Ärjänselän eteläosaan, Vuotolahteen laskevat Vimpelinjokea pitkin Otanmäen kaivoksen jätevedet ja Käkilahteen Vuolijokea pitkin Vuolijoen kirkonkylän jätevedet. Etelä- ja itärannoilla on paljon haja- ja loma-asutusta sekä maatiloja. Ärjänselällä sekoittuvat Paltaselällä lähellä pohjaa pysytelleet jätevedet koko vesipatsaaseen, typpipitoisuudet ovat Ärjänselän länsiosissa huomattavan korkeita.

Niskanselkä on Oulujärven puhtain alue, sinne ei tule suoranaista jätevesikuormitusta, mutta esimerkiksi ligniinipitoisuudet ovat luonnontilaista korkeammat ja syvänteiden happipitoisuus on suhteellisen alhainen (Hallanaro 1979).

Yleistäen voidaan sanoa, että teollisuuden ja asutuksen jätevedet sekä maatalouden lannoitekuormitus ovat rehevöittäneet osia Oulujärvestä ja puunjalostusteollisuuden jätevesien sisältämä kiintoaine on muuttanut pohjanlaatua Palta- ja Ärjänselällä. Syvänteissä on talvella happikatoa. Rantavesien laatu poikkeaa yleisesti runsastuottoisissa järvissä pelagiaalista, saman voi todeta tämän tutkimuksen mukaan tietyissä runsastuottoisissa lahdissa ja suojaisilla rannoilla, joilla kasvillisuuden tuotanto ja hajoamisprosessit vaikuttavat veden kemiaan.

3.2 SÄÄNNÖSTELYN LUONNE

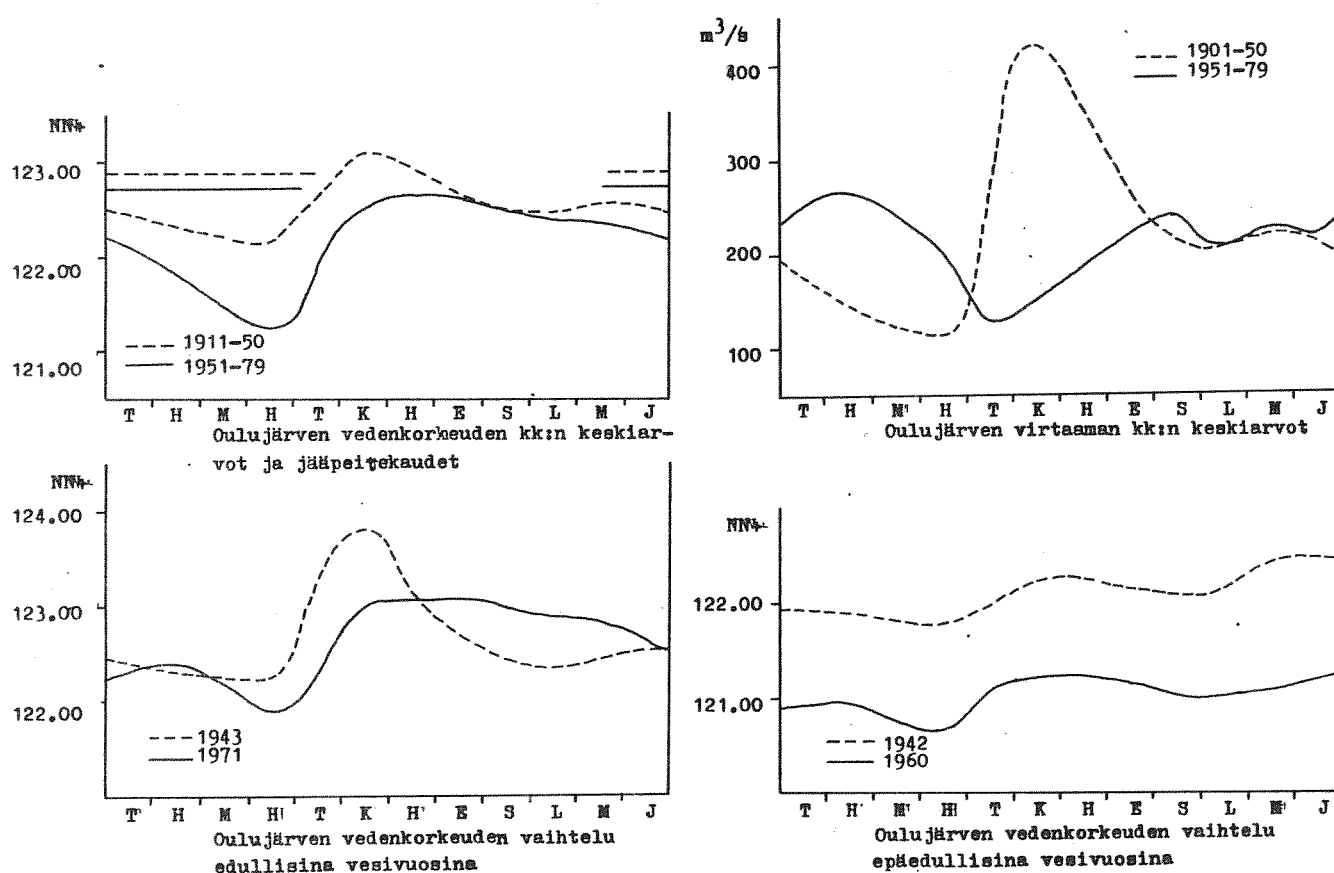
Oulujoen vesistöalueen useita järviä säännöstellään voimatalouden tarpeisiin varsin voimakkaasti. Hyrynsalmen reitin Vuokkijärven säännöstelyväli on 6 m, Kiantajärven 4 m, Iso Pyhännän 4,38 m. Oulujärven säännöstely aloitettiin vuonna 1951. Säännöstely on negatiivista eli vedenpinnan korkeutta on laskettu: keskiveden (MW) korkeutta hieman alle 0,5 metriä, keskialivettä (MNW) lähes metri ja keskiylivettä (MHW) noin 0,5 metriä luonnontilaisista arvoista. Korkeimman hallinto-oikeuden vuonna 1976 tekemän päätöksen mukaan Oulujärven ylin sallittu vedenkorkeus on 123,20 NN+ ja alin sallittu 120,50 NN+, alin kesäaikainen 121,60 NN+, vuoteen 1977 kesäaikainen väli oli 120,90-123,20 NN+. (NN+ = tarkkavaaitustason mukainen korkeus merenpinnasta, Reuna 1977). Vedenkorkeuksia säädellään muuttamalla virtaamia 0-700 m³/s siten, että 700 m³/s juoksutusta käytetään vain veden noustua säännöstelyn ylärajalle eli erittäin harvoin (Keränen 1980).

Luonnontilaisessa järvessä järvioltaan vedenkorkeuden vaihtelu seuraa tiettyä vuodenaikaisrytmiä. Talvella veden varastoituminen lumeksi ja jääksi aiheuttaa valuman pienenemisen ja vedenkorkeuden alenemisen kevättä kohti. Keväällä sulamisvedet lisäävät vesimäärää järvissä nopeasti. Kevättulvan huippu kääntyy laskuun lisääntyvän haihtumisen ja sulamisvesien loppumisen myötä. Syyssateet nostavat vedenpintaa jonkin verran. Keskiveden korkeus ja aliveden korkeus pysyvät vakiona luonnontilaisessa järvessä vuodesta toiseen, yliveden korkeus voi vaihdella suurestikin sääoloista riippuen (Keränen 1980).

Säännöstelyä edeltäneessä Oulujärvessä vedenkorkeuden vuodenaikaisvaihtelu on ollut kutakuinkin edellä kuvatuunlainen (kuva 2, vedenkorkeuden kuukausien keskiarvot). Keskivedenkorkeuden vaihtelu on ollut kaudella 1911-1951 noin yksi metri, säännöstelyn aikana 1951-1970 se on ollut noin 1,35 m. Tulvahuippuja on alennettu noin 60 cm sekä viivästytetty noin kuukaudella (myöhästynyt maksimikorkeus verrattuna luonnontilaiseen).

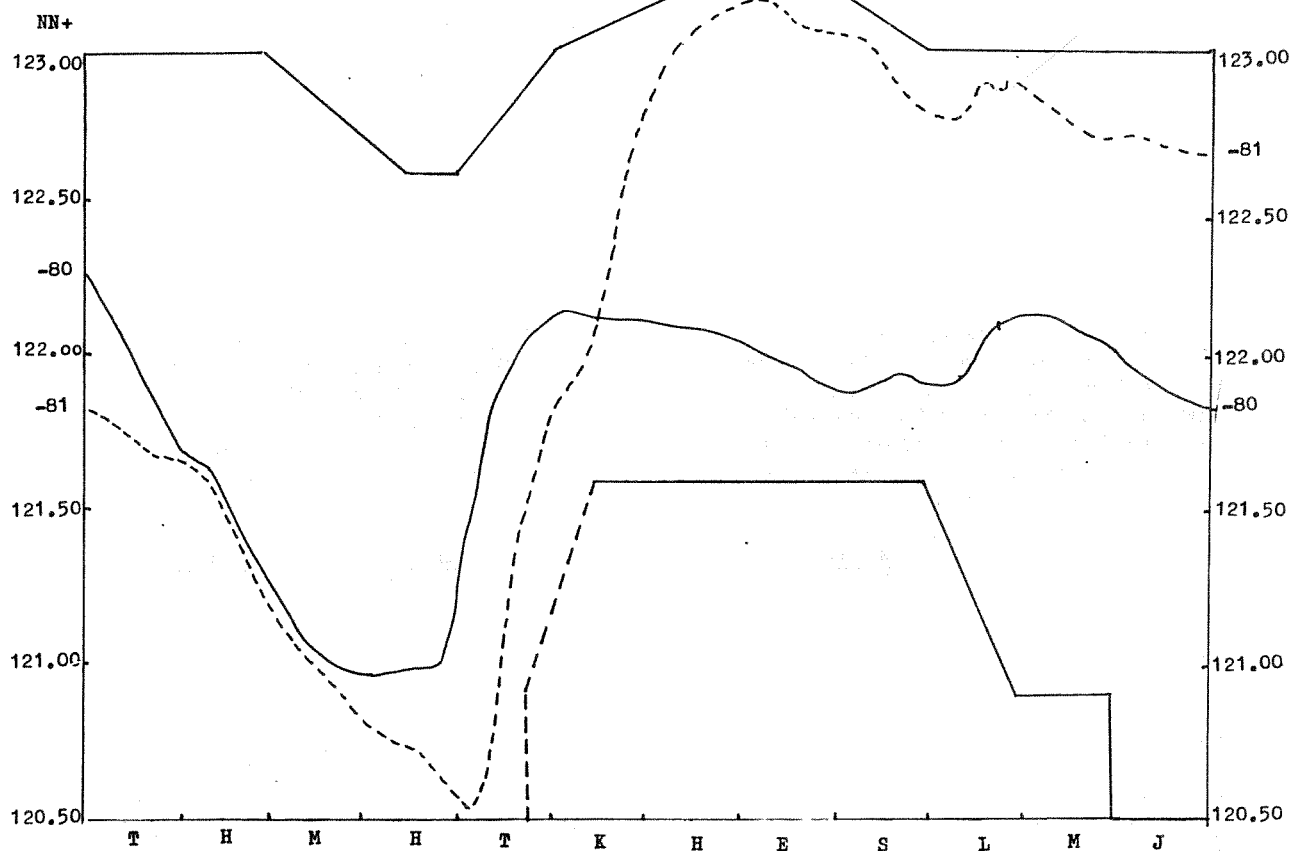
Edullisina, runsasvetisinä vuosina voi säännöstelty vedenpinta ylittää vastaavan luonnontilaisen, epäedullisina vuosina säännöstelty vedenkorkeus voi koko vuoden olla jopa metriä alempana kuin luonnontilaisessa (kuva 2).

Virtaaman pieneneminen kevättalvella luonnontilaisessa järvessä johtuu altaan vesimäärän vähenemisestä: säännöstellyssä järvessä tilanne on usein päinvastoin: vedenpinnan aleneminen on seurausta lähtövirtaaman keinotekoisesta lisäämisestä (kuva 2: virtaaman kuukauden keskiarvot Keräsen 1980 mukaan).



Kuva 2. Oulujärven vedenkorkeuksien vaihtelu luonnontilaisena ja säännöstelyn jälkeen Keräsen (1980) mukaan.

Kesällä 1980 oli vedenpinta jatkuvasti noin puoli metriä säännöstelynaikaisia keskiarvoja alempana, ylimmillään 122,18 NN+. Useina edeltävinäkin vuosina vedenkorkeudet ovat olleet alhaisia ja peräkkäisinä vuosina voi vedenkorkeus vaihdella metrejä. Kesällä 1981 vedenpinta olikin 30-40 cm säännöstelynaikaisia keskiarvoja korkeamana ja nousi lähes säännöstelyluvan mukaiseen ylärajaan, ylimmillään 123,14 NN+ eli kasvukausien ero on yksi metri (kuva 3).



Kuva 3. Oulujärvi. Havaitut vedenkorkeudet vv. 1980 - 81

Kasvukauden kuukausikeskiarvot ovat vuosina 1961-1975 vaihdelleet seuraavasti: toukokuu 122,06 NN+, kesäkuu 122,63 NN+, heinäkuu 122,74 NN+, elokuu 122,73 NN+ ja syyskuu 122,65 NN+ (Vesihallitus 1980a). Maksimissaan vedenkorkeus on siis heinä-elokuussa.

Säännöstelynaikaiset, vuotuiset havaitut vedenkorkeuskäyrät on esitetty liitteessä I. 30 säännöstelyvuoden aikana vesi on noussut lähes sallittuun ylärajaan 12 vuotena, viimeksi 1979 ja 1981, näinä vuosina tulvahuippu on osunut heinä- ja elokuulle ja talvikautiset vedenkorkeudet ovat olleet erittäin alhaisia.

Hyvin alhaisia kesävedenkorkeudet ovat olleet 9 vuotena, viimeisimmät 1978 ja 1980. Kasvukausien 1980 ja 1981 hydrologisia ja ilmastollisia tietoja on koottuna taulukossa 2. Kesä 1980 oli lämmin, vedenkorkeus oli alhainen ja haihdunta suuri kun taas kesä 1981 oli ennätyksellisen runsassateinen ja vedenkorkeus oli tulvakorkeudessaan heinäkuun alusta kasvukauden lopulle, alkukesästä vedenkorkeus oli hyvin alhainen ja nousi sitten hyvin nopeasti huippulukemiin (kuva 3).

Taulukko 2. Kasvukausien 1980 ja 1981 hydrologisia ja ilmastollisia tietoja Oulujoen vesistöalueella (Ilmatieteen laitos 1980, 1981, Vesihallitus 1980b, 1981). Vuonna 1980 Oulujoen alueella satoi vain 50-70 % normaalista tammi-helmikuun aikana, vuonna 1981 satoi kesä-elokuun aikana normaalia enemmän. Myös talvi 1980-1981 oli runsasluminen. Oulujärvi jäätyni 1980 21.10. tasolle 122,10 NN+, 1981 loka-marraskuun vaihteessa tasolle 122,90 NN+ (normaalisti 122,30 NN+)

	toukokuu		kesäkuu		heinäkuu		elokuu	
	1980	1981	1980	1981	1980	1981	1980	1981
keskilämpötila °C	6,0	9,0	16,5	11,4	15,7	16,6	12,7	13,8
normaalikeskilämpötila °C		6,9		13,9		16,1		14,0
pintaveden lämpötila °C -		-	18	8,3	20,9	18,3	16,7	15,8
sadanta mm, kk:n \bar{x}	29	15	63	136	32	95	53	44
normaalisadanta		37		68		75		74
keskivesi NN+	121,82	121,12	122,15	122,23	122,11	123,01	121,97	123,09
poikkeama ajankohdan x:stä		-20		-50		-60		-72
virtaama m ³ /s		82		137		140		152
normaalivirtaama		219		320		299		289
							234	

On huomattava, että lämpimänä kesänä hellejakson aikana rantavesien lämpötilat voivat nousta huomattavan korkeiksi kiihdyttäen tuotantoa ja hajoitustoimintaa, voimakas bakteeritoiminta voi kuluttaa tällöin huonosti vaihtuvissa rantavesissä hapen varsin loppuun ja muuttaa selvästi pH-lukemia.

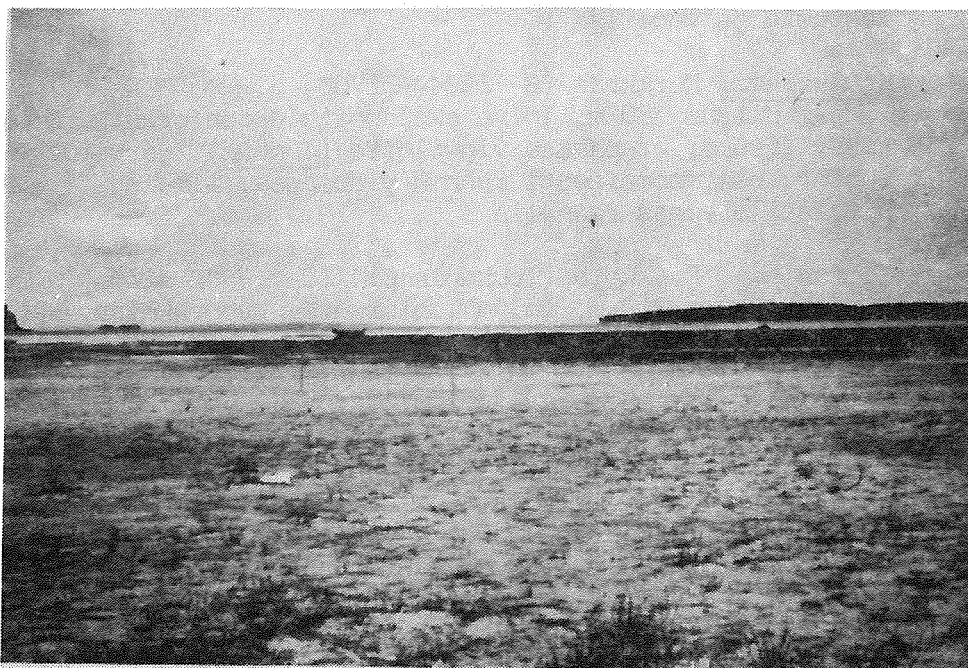
3.3 TUTKIMUSALUEITTEN LUONNEHDINTA

Keränen (1980) päätyy Oulujärvellä seitsemään rantatyyppiin, joiden jakautuminen noudattaa maalajisuhteita, tärkeimpänä muovaavana tekijänä aallokko. Keräsen mukaan rantaa ja rannikkoa muovaavat tekijät ovat: 1. rantavoimat, joista tärkeimpänä aallokko, lisäksi jää ja routa 2. prosessi, joka käsittää kulumisen, kulkeutumisen ja kerrostumisen sekä 3. ainekset. Yksityistä rantaosuutta luokiteltaessa tulisi tarkastella rannan ekspositiota, kaltevuutta ja mahdollisia erityispiirteitä.

Keräsen mukaan Oulujärveltä voi tavata seuraavanlaisia rantatyyppiejä:

1. Aallokon moreeniin kohdistaman kulutuksen kehittämä loiva ranta
2. Aallokon lajittuneeseen ainekseen kohdistaman kulutuksen kehittämä loiva ranta
3. Aallokon turpeeseen kohdistaman kulutuksen kehittämä ranta
4. Aallokon kerrostaman lajittuneen aineksen kehittämä ranta
5. Tuulen aiheuttaman kulutuksen ja kerrostumisen luonnehtima ranta
6. Jään aiheuttaman kivien ja lohkareiden kulumis- ja kasaantumisprosessien kehittämä jyrkkä ranta
7. Aallokon moreeniin kohdistaman kulutuksen ja siitä aiheutuneen hienomman aineksen kerrostumisen kehittämä loiva ranta

Tämän tutkimuksen piiriin valittiin loivia rantatyyppiejä, joilla pienikin vedenkorkeuden muutos aiheuttaa vesirajan huomattavan siirtymisen. Veden alta paljastuneen rannan leveys voi kesällä olla jopa 400-600 m vedenkorkeuden ollessa alimmillaan (kuva 4).



Kuva 4. Oulujärvi, Myllylahti N 4.7.1980
Alhaisen vedenkorkeuden (122,11 NN+) paljastama ranta

Tutkimusalueita on kaikkiaan 22 kpl eri puolilta Oulujärveä. Alueisiin sisältyy sekä lajittuneen aineksen (hiekan) muodostamia rantoja että matalia kapeita lahtia eli alueita, joilla kasvillisuus on lajistoltaan ja tuotannoltaan suurin. Avoimia rantaosuuksia on 14 kpl ja lahtia 8 kpl. Tutkimusalueet on luonnehdittu lyhyesti taulukossa 3, alueitten sijainti näkyy kuvassa 1, vastaavasti numeroituna.

Taulukko 3. Tutkimusalueet ja niiden luonne. Sijainti näkyy kuvassa 1. PS = Paltaselkä, ÄS = Ärjänselkä, NS = Niskanselkä. Linjan pituus = säännöstelyä edeltäneestä törmästä vesirajaan tasolla 121,98 (NN+). Koordinaatit viittaavat vesinäytepisteisiin.

nro	vesi- alue	tutkimusalueet ja rannan ominaisuudet
1	PS	<u>Hannusranta</u> , Lehtopuron ranta (3-713526-53574) Linjan pituus 350 m, loiva luhtaranta. Selvä vyöhykkeisyys: pensasvyöhyke, saravyöhyke, korteikko, amfibien heikkojen kilpailijoiden vyöhyke sekä sekakasvustoinen kellulehtisten vesikasvien alue n. 2 m:n syvyydelle, ei vyöhykkeisyyttä
2	PS	<u>Paltaniemi</u> , Sutelan ranta (3-713328-53268) Linjan pituus 280 m, sama vyöhykkeisyys kuin edellä, järvi-ruoko-kasvustot (<u>Phragmites australis</u>) vesirajassa. Vesikasvillisuus hyvin niukka
3	PS	<u>Sokajärvi</u> , Mantereen lahti (3-712920-52844) Linjan pituus 30 m. Sokajärvi on Oulujärven rehevin, vain matalin salmin Paltajärven kautta yhteydessä Paltaselkään. Matalahko lahti, runsaana järvikaisla (<u>Schoenoplectus lacustris</u>), vesirajassa tumma rusokki (<u>Bidens tripartita</u>) ja myrkkyykeiso (<u>Cicuta virosa</u>), jotka yleisiä Sokajärven rannoilla ja Vimparin salmessa. Runsa vesisammalen kasvu ja ratamosarpio (<u>Alisma plantago-aquatica</u>) haittaavat kalastusta ja veneilyä
4	PS	<u>Koutaniemi</u> , Nurkkala (3-713244-52708) Linjan pituus 380 m, loiva eksponoitu eroosioranta. Niukka kasvillisuus, etupäässä vihvilöitä (<u>Juncus</u>), järvi-ruokokasvustot reliktiinomaisesti rannan yläosassa, ilmeisesti edeten hitaasti alemmas rannalla
5	PS	<u>Koutaniemi</u> , Pyykkölä (Toukanlampi) (3-713202-52444) Linjan pituus 310 m, loiva luhtaranta. Vyöhykkeisyys kuten alueilla 1 ja 2
6	ÄS	<u>Myllylahti</u> , Pikkuluhta (3-712414-51680) Linjan pituus 250 m, loiva luhtaranta, kasvillisuus laiku- kas rannan alaosissa, pääosin vihvilöitä (<u>Juncus</u>)
7	ÄS	<u>Ounaslahti</u> (3-712158-51520) Linjan pituus 118 m, loiva saviranta, niukka kasvillisuus, tärkeimpinä lajeina rantaleinikki (<u>Ranunculus reptans</u>), ja rantapuntarpää (<u>Alopecurus aequalis</u>). Ounasjoki laskee lahden pohjukkaan, jossa runsas vesikasvillisuus, mm. vesihernet (Utricularia) sekä kiehkuraärviä (<u>Myriophyllum verticillatum</u>)

Taulukko 3, jatkoa

- 8 NS Manamansalo, Ahvenkaarre (3-713884-49950)
Linjan pituus 190 m, eksponoitu hiekkaranta, eroosiotörmä.
Kasvillisuus vihvilöitä ja laajoja järviruon rengaskasvustoja
sekä saratuppaita
- 9 ÄS Manamansalo, Rytölahti (3-713780-50456)
Linjan pituus 150 m, eksponoitu eroosioranta, niukka kasvillisuus
vihvilöitä ja rantaleinikkiä (Ranunculus reptans).
- 10 NS Säräisniemi, Olkkolankaarre (3-714730-49264)
Linjan pituus 240 m, eksponoitu karu eroosioranta, niukka kasvilli-
suus, järviruoko rengaskasvustoina
- 11 NS Säräisniemi, Hautakangas (3-715224-48972)
Linjan pituus 240 m, jyrkkä eroosiotörmä, ranta kivinen, Kasvilli-
suus laikuttainen, ei kellulehtisiä vesikasveja, järviruokokas-
vustot vesirajassa
- 12 NS Iso Hämeenlahti (3-715880-49130)
Linjan pituus 180 m, karu hiekkaranta, niukka rantaleinikkikas-
villisuus. Lahden suulla järviruoko, sen ja rannan välissä mata-
lassa vedessä 1980 nuottaruoho (Lobelia dortmanna), 1981 ei tavat-
tu
- 13 NS Itäranta, Hoikanniemi 1 (3-715840-51104)
Linjan pituus 40 m, kapea ruohoinen luhtaranta, lahdella runsas
vesikasvillisuus, myös pohjaversoisia
- 14 NS Itäranta, Hoikanniemi 2 (3-715834-51084)
Linjan pituus 80 m, karu eksponoitu hiekkaranta, niukka kasvilli-
suus
- 15 PS Koutaniemi, Kattilanoja (3-712910-52828)
Linjan pituus 80 m, Sokajärven umpeenkasvanut lahti, johon laskee
Kattilanoja. Suursaraikkaa ja runsaasti myrkkyykeisoa (Cicuta viro-
sa) ja rusokkia (Bidens tripartita).
- 16 NS Itäranta, Kokonojanlahti (3-715796-51064)
Linjan pituus 96 m, pitkälle umpeenkasvanut lahti, vesitilan
täyttävinä vesisammalet, vesirajassa ratamosarpio (Alisma plantago-
aquatica) ja rantapalpakko (Sparganium emersum).
- 17 PS Vimparin salmi, (3-712932-52982)
Sokajärven ja Paltajärven välinen salmi, jätevesikuormitusta,
runsas kellulehtisten kasvu, rannat luhtaisia (sarat, myrkkyykeiso).
- 18 PS Koikeronlahti (3-714554-53514)
Umpeenkasvanut, erittäin runsas vesikasvillisuus, kellu- ja upos-
lehtisiä, kalkkivaikutusta, runsas tähkä-ärviä kasvillisuus
(Myriophyllum spicatum)
- 19 ÄS Vuoreslahti, Pikkulahti (3-712636-52342)
Linjan pituus 25 m, rannoilla selvä vyöhykkeisyys, lahden perä
umpeenkasvanut, suursaraikko vallitseva
- 20 ÄS Vuoreslahti, Vuoresjokisuu (3-712480-52308)
Umpeenkasvava, erittäin runsas kellulehtisten ja vesisammalten
kasvu, rannoilla saraikko ja rantapalpakkoa (Sparganium emersum).

Taulukko 3 jatkoa

- 21 PS Melalahti, Melajokisuu (3-714508-53056)
 Linjan pituus 50 m, rannat saraikkoo ja järvikortetta
 (Equisetum fluviatile), runsas vesikasvillisuus, ennenkaikkea
 vitoja (Potamogeton) ja ärviää (Myriophyllum spp).
- 22 PS Mieslahti, Pitkänperänlahti (3-713980-54940)
 Rannat suursaraikkoo, runsas järvikaislakasvusto (Scoenoplectus
lacustris) ja kellulehtiset. Kalkkivaikutusta, (Myriophyllum
spicatum, lähistöllä kasvaa mm. tikankontti (Cypripedium
calceolus).

4. A I N E I S T O J A M E N E T E L M Ä T

Rantakasvillisuuden kuvauksessa päähuomio kiinnitettiin mahdolliseen vyöhykkeisyyteen ja valtala-jeihin, joiden perusteella saadaan tietoja vedenkorkeusvaihteluiden merkityksestä kasvillisuuden muotoutumisessa ja sukkession etenemisessä. Kasvillisuuskuvaus kultakin tutkimusalueelta perustuu rannan poikki vedettyihin linjoihin, näytealakuva-uksiin sekä valo- ja ilmakuviin.

Maastotyöt on tehty heinä-, elo- ja syyskuun aikana kesällä 1980, jolloin tein linja- ja näytealakuva-ukset. Tarkistukset ja tuotannonmittaukset oli tarkoitus suorittaa kesällä 1981, mutta vedenpinta oli noin metrin edellisestä korkeammalla peittäen alleen edellisestä matalan veden ja kuivil- la olleet rannan osat. Kesän 1981 maastoarvioinnit rajoittuivat havaintoihin kasvillisuuden suhtautu- misesta tulvatilanteeseen, eri lajien selviytymi- sestä ja reaktioista korkean veden aikana sekä huomi- oihin mahdollisesta vyöhykkeisyyden murtumisesta sekä rantavesien laadun muutoksista.

Rantaprofiililinjat sijoitettiin kullakin rannalla luonteenomaiseen ja yhtenäiseen kasvillisuuteen säännöstelyä edeltäneestä rantatörmästä (n. tasolla 123,00 NN+) kohtisuoraan tutkimusajankohdan aikai- seen vesirajaan (122,00 NN+) ja siitä edelleen vesi- kasvillisuuden läpi tarvittaessa. Linjat vaaittiin profiileja varten paitsi alueilla 3, 8, 9, 15, 17 ja 18.

Kultakin linjan selvästi havaittavalta horisontaalivyöhykkeeltä arvioitiin vyöhykettä luonnehtivien lajien yleisyys eli frekvenssi. Asteikkona käytettiin arvoja 1-7, jossa: 1(rr) = hyvin harvinainen, 1 % vyöhykkeen kokonaisesiintymisestä tutkimusalueella, 2 (r) = harvinainen 1-3 %, 3(str) = suht. harvinainen 3-6 %, 4 (p) = satunnainen 6-12 %, 5 (strf) = suht. yleinen 12-25 %, 6 (fq) = yleinen 25-50 %, 7 (fqq) = hyvin yleinen 50-100 % (Norrlin ks. Maristo 1941, Meriläinen & Toivonen 1979, Toivonen 1981).

Lajiston peittävyys arvioitiin kultakin vyöhykkeeltä tekemällä linjalla 50 m:n välein (tarvittaessa tiheämmin tai harvemmin) 5 x 5 m näytealoja. Näyteala sijoitettiin mahdollisimman yhtenäiseen ja hyvin vyöhykettä luonnehtivaan kasvillisuuteen; asteikkona 1-7, jossa: 1 (pcc) = hyvin niukka, 2 (pc) = niukka, 3 (st pc) = suht. niukka, 4 (sp) = paikoitellen, 5 (st cp) = suht. peittävä, 6 (cp) = peittävä, 7 (cpp) = hyvin peittävä (esim. Meriläinen & Toivonen 1979).

Kaikkiaan kuvattiin 22 linjaa ja niiltä 45 näytealaa. Linjat merkittiin seurantahavaintoja varten.

Kasvilajien määrittämisessä olen käyttänyt Lid (1979): Norsk og svensk flora, Uotila (1979): Vesien putkilokasvit ja Koponen, T. (1980): Lehtisammalten määrittämisopas. Nimistö noudattaa Hämet-Ahti, Jalas & Ulvinen (1981): Suomen alkuperäiset ja vakiintuneet putkilokasvit sekä sammalten osalta Koponen (1980): Lehtisammalten määrittämisopas.

Rantavesien laadun ja hajakuormituksen selvittämiseksi otettiin tutkimusalueilta vesinäytteet kesällä 1980 heinäkuun lopulla ja syyskuun alussa, kesällä 1981 kahden viikon välein ja 12 pisteestä. Näytteet otettiin Ruttner-noutimella 0,2 - 0,3 m:n syvyydestä, kokonaissyvyys vaihteli 0,4 - 0,6 m:n välillä. Perustuotantokyvyn määrittämiseksi in vitro otettiin kokoomanäytteet pintavedestä. Vesinäytteet analysoitiin Kainuun vesipiirin vesilaboratoriossa Erkomaa & Mäkinen (1975) mukaisesti. Maaperänäytteet pohjan laadun arvioimiseksi kairattiin 1980 20-40 cm syvyydestä sekä eulitoraalin että sublitoraalin alueelta, maalaji arvioitiin silmämääräisesti ja pH mitattiin laboratoriossa.

5. T U L O K S E T

5.1 TUTKIMUSALUEITTEN LUOKITTELU

Tutkimusalueet on järjestetty kolmeen luokkaan maaperän eli pohjan laadun ja kasvillisuuden peittävyyden mukaan taulukossa 4, jossa:

- I lk = kasvillisuuden peittävyysaste on 3 eli 50-100 %, lajeja on runsaasti ja niitten kasvustot tiheitä. Luokkaan kuuluvat ennenkaikkea Paltaniemen ja Koutaniemen laajat, sara-valtaiset luhtarannat
- II lk = kasvillisuuden peittävyysaste on 2 eli 25-50 %, rannat ruohottuneita, kasvillisuus runsas, mutta vakiintumaton
- III lk = kasvillisuuden peittävyysaste on 1 eli 25 %, lajisto niukka ja esiintyminen laikuttaista tai + eli ranta on lähes paljas. Luokkaan kuuluvat tärkeimpinä avoimet kerrostumishiekkarannat Säräisniemellä ja Manamansalossa

Kuvat 5-8 havainnollistavat luokkajakoa, valokuvat ovat omiani, ilmakuvat on saatu käyttöön Imatran Voima Oy:stä, kuvaaja on R. Wiik.

Taulukko 4. Tutkimusalueitten luokittelu kasvillisuuden peittävyysasteen ja pohjan laadun mukaan. I Kasvillisuuden peittävyysaste 3 = 50-100 %

II Kasvillisuuden peittävyysaste 2 = 25-50 %

III Kasvillisuuden peittävyysaste 1 = < 25

+ = lähes paljas mineraalimaa

Maaperä osin Seppälän (1981) mukaan. pH maa = kuivilla oleva rannan osa, eulitoraali

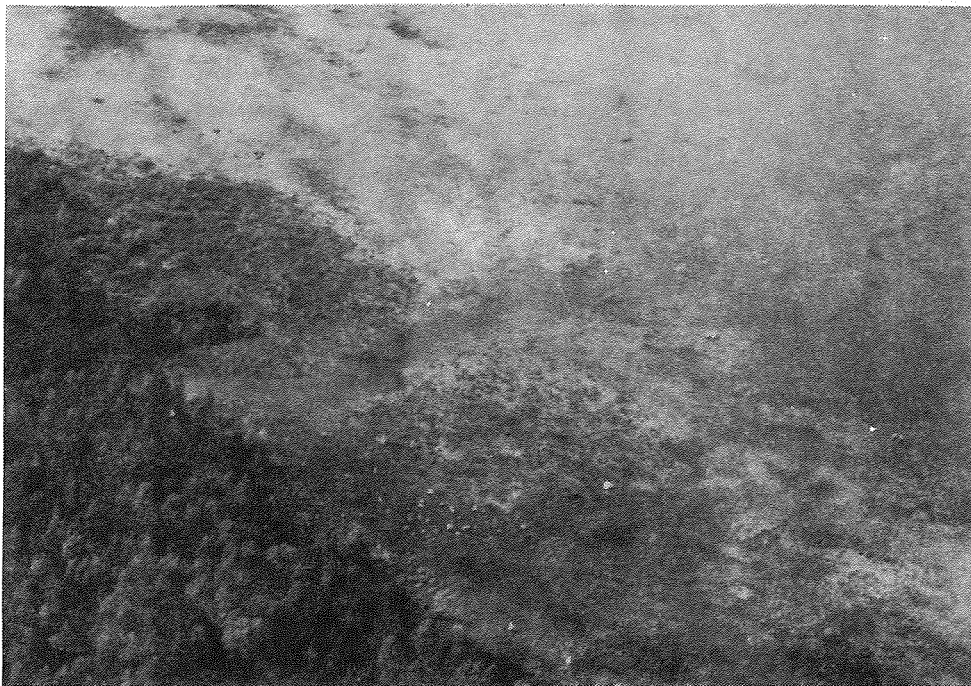
pH vesi= vesikasvillisuusvyöhykkeen alusta

tyyppilajit = kasvustoiltaan laaja-alaisimmat kasvilajit (suvut)

lk	nro	tutkimusalue	maaperä	tyyppilajit	pohjan pH	
					maa	vesi
I	15.	Kattilanojanlahti	kerr.savi+siltti	3 Carex-Cicuta-Alisma	-	-
	1.	Lehtopuro	kerr.hiekka+savi	" Carex-Equisetum	6,19	6,49
	5.	Pyykkölä	"	" "	6,14	6,30
	2.	Sutela	"	" "	6,20	6,43
	16.	Kokonojanlahti	moreeni+savi	" Alisma-Sparganium	5,96	6,35
II	17.	Vimparinsalmi	savi+siltti	" Carex-Cicuta-Bidens	-	6,58
	19.	Pikkulahti	"	2 Sagittaria-Potamogeton	7,33	6,08
	18.	Koikeronlahti	"	2 "	6,19	6,32
	21.	Melalahti	"	" "	6,26	6,46
	22.	Pitkänperänlahti	"	" "	6,15	6,58
III	3.	Mantereenlahti	"	" Cicuta-Bidens	6,10	6,48
	13.	Hoikanniemi I	turve+savi	" Juncus-Bidens	7,13	7,31
	20.	Vuoreslahti	savi+siltti	" Potamogeton-Sparganium	-	-
	7.	Ounaslahti	turve+savi	1 Juncus-Alopecurus	5,44	6,25
	14.	Hoikanniemi 2	turve+hiekka	" "	6,41	6,51
	6.	Myllylahti	"	" Juncus-Carex	5,65	6,77
	11.	Hautakangas	hiekka	" Juncus-Bidens	5,83	6,28
	12.	Iso Hämeenlahti	moreeni	" Juncus-Alopecurus	5,75	5,98
	8.	Ahvenkaarre	kerr.hiekka	+ Carex-Juncus	5,57	6,37
	9.	Rytölahti	"	+ Juncus	5,53	6,39
	4.	Nurkkala	"	+ "	5,84	6,38
	10.	Olkkolankaarre	"	+ "	6,25	6,31

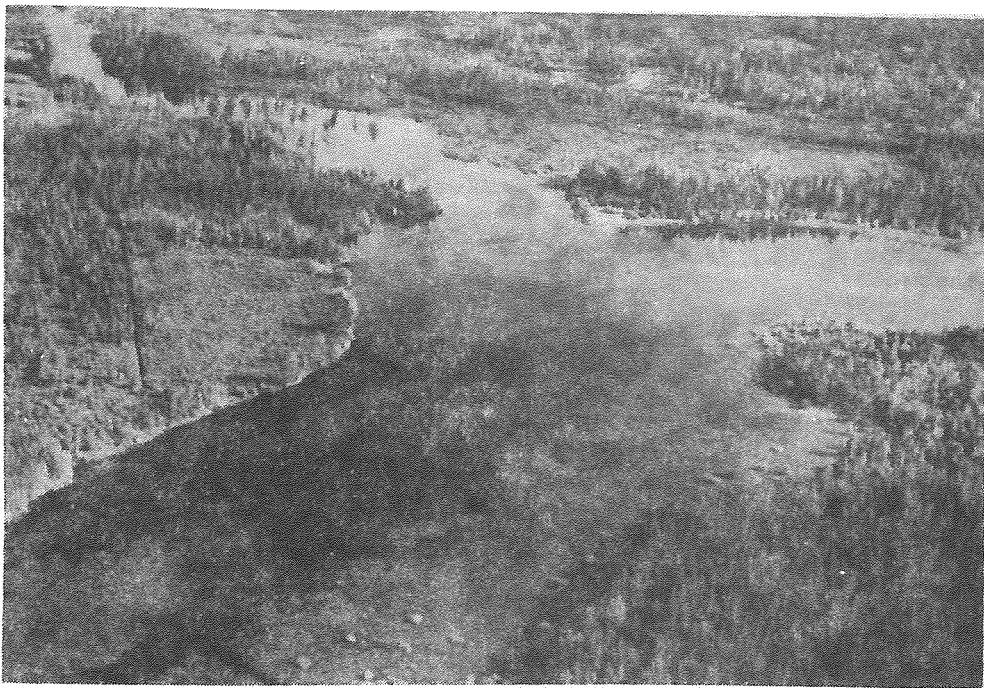
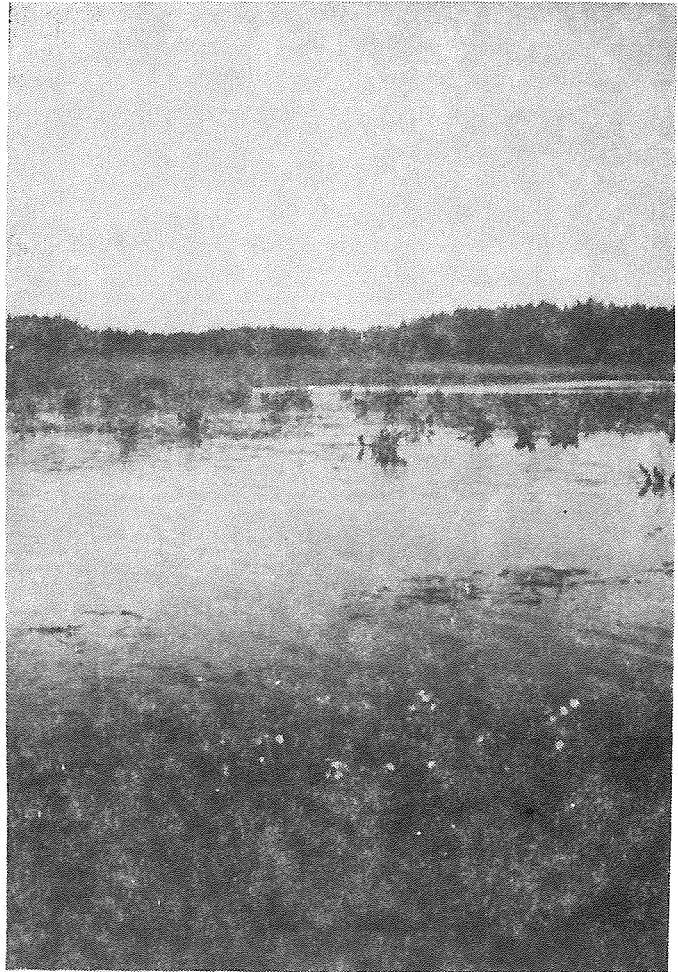


Kuva 5a I luokka: Lehtopuron ranta Hannusrannalla 5.7.1980, suursaraikkoa



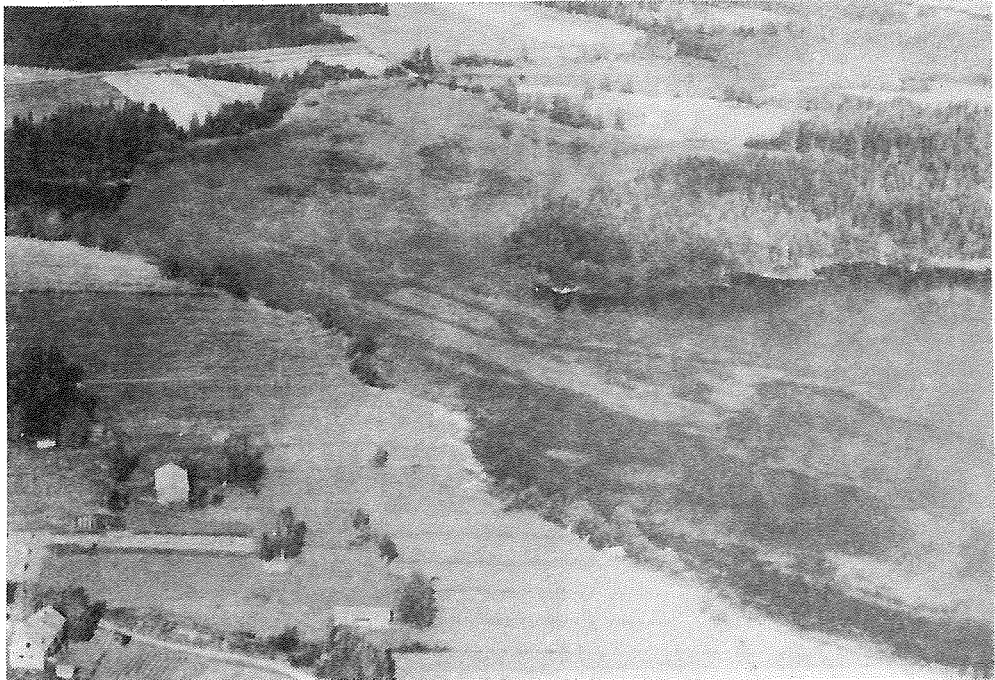
Kuva 5b I luokka: Lehtopuron ranta 9.9.1981, vesi peittää koko litoraaliaalueen. Kuva R. Wiik.

Kuva 6a II luokka:
 Vuoreslahti, Pik-
 kulahti 23.7.1980
 SE. Runsas vesi-
 kasvillisuus,
 lahden pohjukat
 saraikkoa

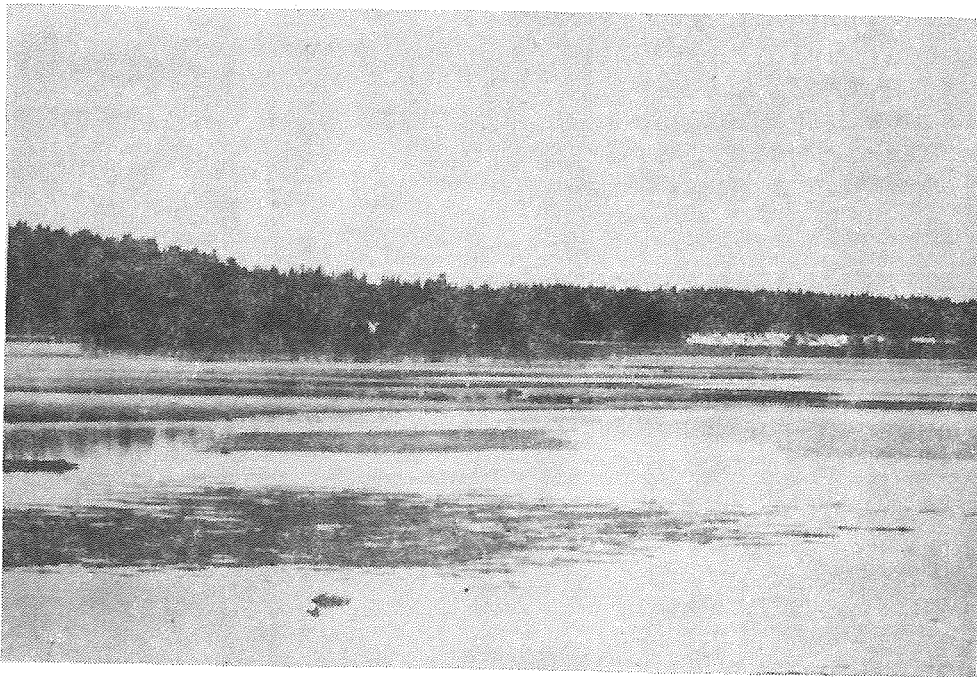


Kuva 6b II luokka: Pikkulahti 9.9.1981, pensaikon leviäminen näkyy kuvan alareunassa, kesällä 1980 vettä vain keskellä näkyvässä syvemässä uomassa. Kuva R. Wiik.

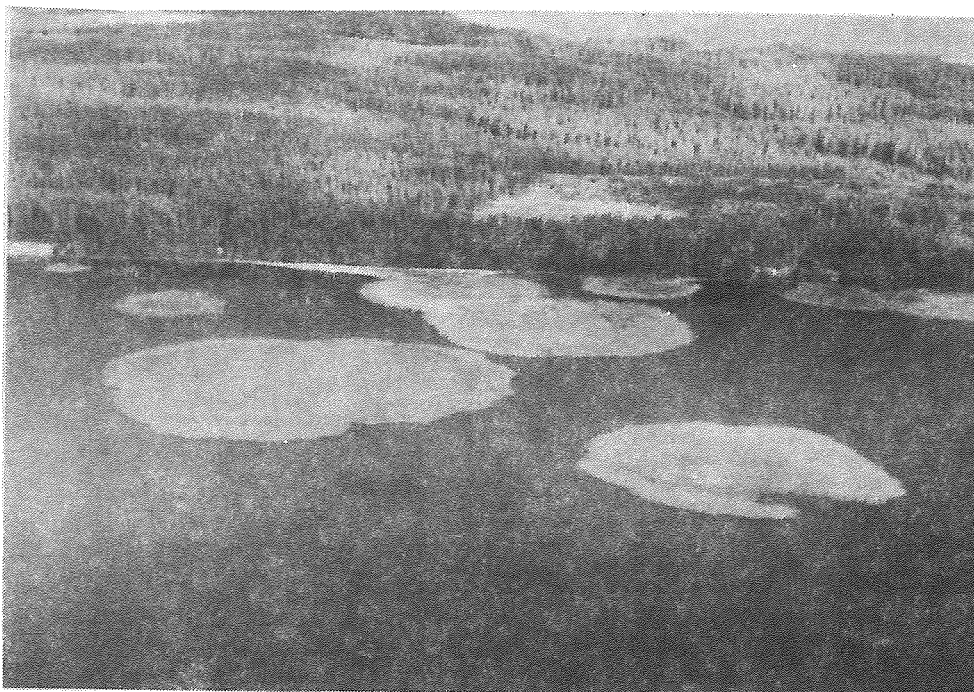
Kuva 7a II luokka:
Koikeronlahti 7.8.1980.
Runsas eutrofinen kasvillisuus, laajat järvikaislakasvustot, tiheät kellulehtisten sekakasvustot



Kuva 7b II luokka: Koikeronlahti 9.9.1981. Järvikaislakasvustot näkyvät tummanruskeina laikkuina kuvan yläosassa sekä tummanvihreänä kasvustona alareunassa. Kuva R. Wiik.



Kuva 8a III luokka: Säräisniemi, Olkkolankaarre E 3.7.1980.
Korkeat eroosiotörmät näkyvät taustalla, kasvillisuus niukka,
laajat järviruokokasvustot



Kuva 8b III luokka: Olkkolankaarre 9.9.1981.
Järviruoko rengaskasvustoina. Kuva R. Wiik.

5.2 RANTAVESIEN LAATU

Vesianalyysien tulokset on esitetty liitteessä II, taulukoita on kolme, kesän 1980 tulokset, kesän 1981 tulokset tutkimusalueilta sekä arvoja Oulujärven selkäsyvänteiden pisteistä kesällä 1980 ja keväällä 1981 osoittamaan järven pelagiaalin vedenlaatua.

johtokyky: kesällä 1980 vaihteli 3,0-6,0 mS/m, kohonnut tutkimusalueilla 18. Koikeronlahti (12-16 mS/m), 21. Melalahti (6-11 mS/m) ja Pitkänperänlahti (14 mS/m). Kesällä 1981 johtavuus vaihteli samoissa rajoissa, selvästi kohonnut Koikeronlahdessa (8,8-12,6 mS/s). Oulujärvellä johtavuus keskimäärin 3-4 mS/s.

pH: kesällä 1980 arvot poikkeuksellisen korkeita vaihdellen 6,5-8,5 välillä kun pH on keskimäärin 6,3-6,6 Oulujärvellä. Korkeimmillaan arvot 18. Koikeronlahti, 20. Melalahti ja 22. Pitkänperänlahti (7,0-8,4), samoin kesällä 1981 (6,6-6,8). Alhaisin pH oli molempina kesinä 16. Kokonojanlahti, 17. Vimparin salmi ja 19. Pikkulahti (6,0-6,2).

väri: Oulujärven väri vaihtelee keskimäärin 45-75 mg Pt/l. Kesällä 1981 rantavesien hyvin korkeat väriarvot (80-200 mg Pt/l) kertovat korkeasta humuspitoisuudesta, kesällä 1980 väriarvot olivat yleensä alle 100 mg Pt/l kohoten syksyllä runsastuottoisimmilla alueilla.

kemiallinen hapentarve: KHT (COD_{Mn}) vaihteli kesällä 1981 20 mg/l O_2 molemmin puolin eli oli kohonnut, korkeimmillaan 1. Lehtopuro, 6. Kokonojanlahti ja 19. Pikkulahti, siis humuspitoisimmissa vesissä. Keskimäärin alle 10 mg/l O_2 Oulujärvellä tavallisia.

kokonaistyyppi: kesällä 1981 kohonnut verrattuna edellis-kesäisiin arvoihin, vaihteli 400-600 $\mu\text{g N/l}$, yli 1000 $\mu\text{gN/l}$ pisteissä 3. Mantereenlahti ja 18. Koikeronlahti. Oulujärven keskimääräinen kokonaistyyppi vaihtelee 300-400 $\mu\text{g/l}$

kokonaisfosfori: Oulujärvellä keskimäärin 15-20 $\mu\text{g/l}$ pitoisuuksia, tutkimusalueilla 30-100 $\mu\text{g/l}$, kohonneet pitoisuudet 1. Lehtopuro, 2. Pyykkölä ja 17. Vimparin salmi. Pitoisuuksissa ei merkittäviä eroja kasvukauden eri vaiheissa

ligniinipitoisuudet ovat selvästi keskimääräistä (0,5-1,5 mg NaLS/l) korkeammat pisteissä 1. Lehtopuro ja 17. Vimparinsalmi.

perustuotantokyky: vaihteli kesällä 1981 1374 mg $\text{C}_{\text{ass}}/\text{m}^3$ vrk maksimista (17. Vimparinsalmi) keskimäärin 150-300 mg $\text{C}_{\text{ass}}/\text{m}^3$ vrk nettoassimilaatioon, pimeäsitoutumisen osuus n. 3 %. Alhaisin keskimääräinen nettoassimilaatio oli Säräisniemellä ja korkein 16. Kokonojanlahdessa ja 19. Pikkulahdessa. Maksimituotanto näytti ajoittuvan heinäkuulle sekä syyskuun alkuun.

5.3 RANTA- JA VESIKASVILLISUUS

5.31 Kasvilajien esiintyminen tutkimusalueilla

Tavatut kasvilajit on esitetty taulukossa 5 yleisyysjärjestyksessä ryhmiteltyinä: 1. puuvartistet 2. ruohot ja heinät 3. kortteet, vihvilät, sarat 4. ilma-versoiset 5. kellus- ja uposlehtiset 6. pohjaversoiset 7. irtokeijujat 8. sammaleet. Taulukon ryhmitelyjärjestys puuvartistista irtokeijujiin ja sammaliin pyrkii osaltaan kuvaamaan lajiston sijoittumista linjalla rantapensaikosta vesikasveihin. Ryhmien sisäinen, ei-systemaattinen järjestys pyrkii taas osaltaan korostamaan keskeisiä lajeja kussakin ryhmässä mahdollisimman havainnollisesti eli yleisin laji on ensimmäisenä jne. Kaikkiaan tutkimusalueilla havaittiin 117 kasvilajia, joista sammalia 20 ja varsinaisia vesikasveja parikymmentä lajia.

Taulukossa 6 ovat eri tutkimusalueille sijoitetuilta näytealoilta tavatut kasvilajit ja niiden peittävyys. Lajit on esitelty kasvillisuuskerroksittain: pensaskerros, kenttäkerros ja pohjakerros sekä vesikasvit ja vesisammalet. Kunkin kerroksen lajit on järjestetty siten että kunkin tutkimusalueen ruudussa 1 esiintyvät lajit ovat ensimmäisinä, sitten seuraavat ruudun 2 lajit jne. Useimmilta tutkimusalueilta onkin vain kaksi näytealaa, yhteensä 45 ruutua.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1. puuvartistet																							
Salix spp.	6	5	2	4	7	6	4	1	3	4	3	1		3	5	3		4	6	2	1	6	
Betula pubescens juv.	5	3	2	4	5	2	3	1	2	3	2	1		1	6	4		2	1	4	3	4	
Alnus incana	6	6	4	3	6	7	1		1	2	4				5			5	3	3	1	6	
Pinus sylvestris juv.		1			1																		
Empetrum sp.								3															
2. ruohot, heinät																							
Epilobium palustre	6	3	1		6	2				2	5	2	5	1	5		5	3	4	3	5	3	
Bidens tripartita	1		5					1		5	1	6	1	6	4	7						3	
Cicuta virosa	5	4	5										4	1	7	3	6			2		1	
Galium palustre	4	3		4							3		4		2	1	1		1		3	2	
Myosotis laxa	3	2	1		3	1					1		1	1	1	1	1	1	3		3	3	
Potentilla palustris	3	4		4									2		2	2	1	1	1		3		
Gnaphalium uliginosum	3			1						4	2	4							3			3	
Polygonum Sp.	4			1		1				3	1	1		1		1					2		
Pedicularis palustris		2			2								1		2	3							
Caltha palustris	1	1			1										1	2		1		1		1	
Lythrum salicaria					2								1		2	1	1					1	
Rumex acetosella				1		1				2					3							1	
Drosera rotundifolia										3													
Filipendula ulmaria																2					1		
Sagina procumbens													1	1								1	
Spergula arvensis								4															
Peucedanum palustre															2	1	1					1	
Cirsium palustre															1		1						
Ranunculus repens																	1						
Potentilla erecta								1															
Epilobium montanum																				1			
Cardamine pratensis																				2			
Rorippa palustris								1															
Lysimachia thyrsiflora																			3				
Leontodon autumnalis										1												1	
Taraxacum sp.																							
3. kortteet, vihvilät, sarat																							
Deschampsia cespitosa	3	2	1	1	3	3		2	1	3	1		1		3	4	2	4	5	3	3	3	
Agrostis canina	1	3	1	2	5		1	1	2	1	2				5				4		1		
Calamagrostis stricta	5	4	4		6	3							3	1	5	4	5	1	5			2	
C. phragmitoides	4	5			1	5									2		3		2			4	
C. epigejos		3						1		1			1										
Poa palustris	1	3		2	2		2	1									4		1	1			
Clyceria fluitans	2	3													2						4	1	
Phalaris arundinacea								4	3	1													
Dactylis glomerata	2	2				3				1			1		3		1						
4. ilmaversoiset																							
Equisetum fluviatile	7	6	4	3	7	4				1	4	3	2		1	5	5		2	4	7	4	
Equisetum x litorale	3	1		4	2	4				2	5												
Juncus alpinus	4	5	3	2	4	7	1	7	5	6	4	1			1				1				
J. bufonius	2	3	1		4			5	4	4	5								4	1			
J. filiformis	3	1	1	1	4	5	4	6	1	2	3		4	3		3	4	1	4	1	2	2	
Carex acuta	6	1	4		6	1		4				3	1	3		4	3	4	1	4		4	
C. elata	4	3	4		3											5	5	7	5	2	6	6	
C. canescens	3	1		1	2	4				1		1	4			4	3	2	2		2	1	
C. vesicaria	3	3	2		3								3			2	4	5	4	5	5	4	
C. rostrata	2	5	1		7	1											6	2	3			1	
C. aquatilis					3		1	3									2	3	2			1	
C. nigra	1				1	3																	
C. lasiocarpa	2															3							
C. leporina																					2	1	
Eriophorum angustifolium	3	2			2	5		5		1				2		4			2			2	
Scirpus sylvaticus						1																	
5. ilmaversoiset																							
Equisetum fluviatile	7	6	4	3	7	4		4		1	4	3	3	2	1	5	5	6	2	4	7	4	
Eleocharis palustris	5	4	3	1	2	4	4	4	4	1	3	6	7	6	2	4	5	4	5	4	4	3	
Alopecurus aequalis	5	1	3	2	5	2	5	2		4	1	4	5	4	2	5	6	3	4	5		5	
Polygonum amphibium	4	2	2	3	2	1	1	1	4	4	4	3	3	2		3	4	1	1	1	1	1	
Alisma plantago-aquatica	7	2	2		4		4	1					6	1		7	7	2	5	5	3	4	
Sparganium emersum	6	3	5		5		4	3		4	1	1			3	5	6	5	4		2	5	
S. angustifolium								2					2			6			4				
S. minimum			3													3							
S. hyperboreum																							

Taulukko 5 jatkoa

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<i>Phragmites australis</i>	1	5	3	6		4			7	7	6	6			4	3	2					
<i>Scirpus lacustris</i>			5				5											6				6
<i>Rumex aquaticus</i>	1														3							1

5. kello- ja uposlehtiset

[illegible]

6. pohjaversoiset

[illegible]

7. irtokeijujat

[illegible]

8. sampllet

[illegible]

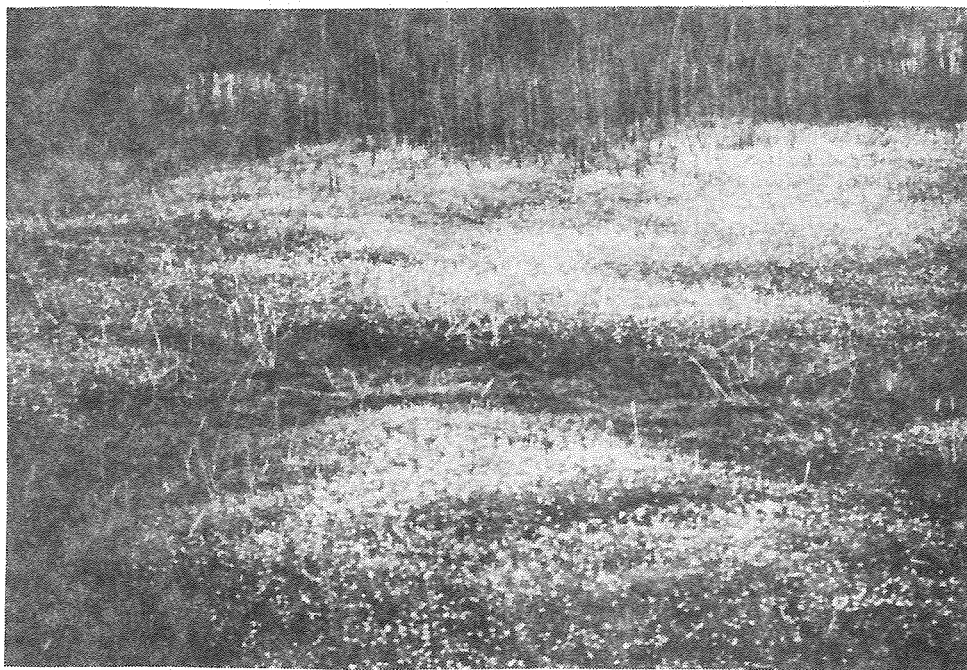
Seuraavassa luettelossa on luonnehdittu lyhyesti yleisimmät ja myös kasvustoiltaan laaja-alaisimmat lajit tutkimusalueilla edeten taulukon 5 mukaisesti ranta- ja kosteikkolajeista vesikasveihin:

1. useita pajulajeja (Salix spp.)
runsaina kaikilla rannoilla edeten matalan veden kasvu-
kausina yhä pitemmälle litoraaliin, tärkeimpinä kiilto-
lehtinen paju (S. phylicifolia), mustuva paju (S. myrsinifolia),
raitta (S. caprea) ja virpapaju (S. aurita), kestävät tulvaa.
2. harmaaleppä (Alnus incana)
runsaana, puumaisenakin rehevimmillä rannoilla kuten
1. Lehtopuro ja 2. Pyykkölä, ei kärsi tulvasta
3. suohorsma (Epilobium palustre)
runsas ruoho luhtaisilla, niittymäisillä alueilla; turve-
pohjalla litoraalin yläosassa, 1981 kasvualueet veden alla
4. tumma rusokki (Bidens tripartita) kuva 9
runsas umpeenkasvavien lähtien rannoilla, etenkin Soka-
järvellä, myös Kokonojanlahdessa; turvealustalla, runsas
seuralainen myrkkykeiso
5. myrkkykeiso (Cicuta virosa) kuva 9
pitkälle maatuneilla rannoilla turvealustalla, myös mata-
lassa vedessä, hyvin runsas Sokajärvellä ja Vimparinsal-
messa, kestää tulvaa
6. kastikat (Calamagrostis spp.)
tyypillisiä luhtalajeja maatuneella alustalla, vyöhykkeenä
litoraalin yläosassa ja sekundäärisillä rantavalleilla
runsas seuralainen nurmilauha (Deschampsia cespitosa)
kärsivät tulvasta ja myöhään kasvukaudella nousevasta veden-
korkeudesta (esim. kesä 1981)
7. järvikorte (Equisetum fluviatile), tiheinä vyöhykkeinä
nopea leviäjä kuivan kesän paljastuneille ranta-alueille,
ei kestä kesän -81 kaltaista tulvaa, kasvustot harvoja,
versot kärsineitä ja epäsäännöllisesti haaroittuneita
8. jouhivihvilä (Juncus filiformis)
laikuttainen esiintyminen paljastuneilla rannoilla, runsaat
seuralaiset rantavihvilä (J. alpinus), rantapuntarpää
(Alopecurus aequalis) ja rantaleinikki (Ranunculus reptans).
1981 kasvualueet veden alla
9. sarat (Carex spp.)
yleisinä suursarat muodostaen laajoja vyöhykkeitä luhta-
rannoilla, tärkeimmät viiltosara (C. acuta) ja piukkasara
(C. elata), joka voimakkaasti mätästävä, turvealustalla
välikköpinnoilla kuiri- ja sirppisammalet. Kesän 1981 kal-
tainen korkea vesi peitti saravyöhykkeen alleen ja tähki-
minen oli hyvin heikkoa.
10. rantaluikka (Eleocharis palustris)
runsas vesirajan kolonisoija, veden alta paljastuneille alu-
eille ja matalaan veteen, seuralaisia vihvilät ja ranta-
leinikki

11. ratamosarpio (Alisma plantago-aquatica)
runsaana matalassa vedessä ja vesirajassa pehmeillä pohjilla, seuralainen usein rantapalpakko (Sparganium emer-sum), kesällä 1981 ei esiintynyt juuri lainkaan
12. pysty keiholehti (Sagittaria sagittifolia)
tärkein kelluslehtinen, kaikilla alueilla, joilla vesikasvilisuutta, runsas seuralainen uistinvita (Potamogeton natans), jonka kanssa muodostaa tiheitä sekakasvustoja. Runsas molempina kesinä.
13. ahvenvita (Potamogeton perfoliatus)
niukkana -80, kesällä 1981 selvästi runsaampi kuten myös heinävita (P. gramineus), joka kesällä 1981 levisi tehokkaasti veden veden valtaan joutuneelle saravyöhykkeelle
14. rantaleinikki (Ranunculus reptans) kuva 10
kaikilla rannoilla mineraalipohjalla, runsaana paljastuvilla ranta-alueilla seuralaisinaan hapsiluikka (Eleocharis acicularis) ja äimäruoho (Subularia aquatica) v. 1981 vesi liian korkealla, vähäinen esiintyminen
15. kuirisammalet (Calliergon spp.)
runsaana pohjakerroksessa, yhtenäisiä mattoja muodostaa etenkin luhtakuirisammal (C. cordifolium); vedessä järvi-kuirisammal (C. megalophyllum) usein yksittäisinä versoina sirppisammalten kasvustoissa
16. sirppisammalet (Warnstorfia spp, Drepanocladus spp.)
runsaina rantakasvillisuuden pohjakerroksessa, etenkin W. exannulata, D. aduncus, vedessä järvisirppisammal (W. trichophylla) massakasvustoina; kesällä -80 vesisamma-
lia esiintyi puuromaisina massoina, -81 vesisammalta esiin-
tyi huomattavasti vähemmän



KUVA 9 Tummamykeröinen Bidens tripartita ja etualalla kasvava kookas Cicuta virosa kasvavat usein samoilla alueilla jo pitkälle maatuneilla rannoilla. Taustalla Carex elata mättäitä. Vimparinsalmi 20.8.1980



KUVA 10 Ranunculus reptans kukkii runsaasti matalan vedenkorkeuden paljastamilla rannoilla seuraan harmahtava Alopecurus aequalis. Taustalla Equisetum fluviatile. Lehtopuro 17.7.1980

5.32 S a t u n n a i s l a j i t

Satunnaisina vierailijoina on rannoilla useita varsinaisesti maakasveja, jotka kasvavat yksittäisinä rannan yläosassa, kuivimmilla ja pisimmille maatuneilla alueilla kuten rönsyleinikki (*Ranunculus repens*), rätvänä (*Potentilla erecta*) ja voikukka (*Taraxacum* sp.) Lisäksi tutkimusalueilla esiintyy yhdenpaikan lajeja sekä heikkokasvustoisia, mahdollisesti taantuvia vesikasvilajeja, joiden esiintyminen on laikuttaista. Tällaisia ovat puhtaan veden lajit järvisätkin (*Ranunculus peltatus*), punertava ärviä (*Myriophyllum alterniflorum*) sekä tulvarantojen tyyppilaji vesikuusi (*Hippuris vulgaris*). Pohjaversoisista nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*) tavattiin vain yhdeltä tutkimusalueelta -80 vesirajasta kukkivana, yhtenäistä syvänveden kasvustoa ei ollut ja v. 1981 lajia ei tavattu lainkaan. Myös lahnuohojen (*Isoetes* spp.) esiintyminen oli satunnaista, yhtenäinen kasvusto tavattiin vain Itärannalta, Hoikanniemi 2.

Näkinpartaisleviä (Characeae) oli luonteenomaisesti eksponoidulla hiekkapohjalla (2. Sutela, 4. Nurkkala) matalassa, syvän veden kasvustoja ei havaittu.

5.4 LITORAALI- JA KASVILLISUUSVYÖHYKKEET

Kirjallisuudessa esiintyy useita eri rannan vyöhykejakoja, jotka perustuvat vedenkorkeuden vaihteluihin. Käytetyimmät ovat Du Rietzin (1930), Du Rietz et al (1939) ja Hutchinsonin (1967) esittämät jaot. Seuraavassa käytän Du Rietz et al (1939) esittämää jakoa, joka perustuu sekä kasvillisuuden tulvansietoon että vedenkorkeusvaihteluihin (vrt. Eurola 1965) sovellettuna Oulujärven olosuhteisiin.

epilitoraali: aina kuivilla oleva, keskiyliveden yläpuolinen alue, ei varsinaisen litoraalin osa, maakasvillisuus

supralitoraali: keskivedenkorkeuden (Oulujärvellä pitkäaikainen keskimääräinen vedenkorkeus = 122,60 NN+) yläpuolella, harvemmin ja vain lyhyitä ajanjaksoja veden peittämä; maakasvillisuus yleinen, pensaat runsaita, pohjakerros yhtenäinen

eulitoraali: varsinainen vedenkorkeusvaihteluiden luonnehtima rannan osa, keskiveden ja keskialiveden välinen alue; luonteenomaisia amfibit kasvilajit, pohjakerros epäyhtenäinen tai puuttuu (Oulujärvellä sijoittuu 122,10 - 122,60 NN+ välille)

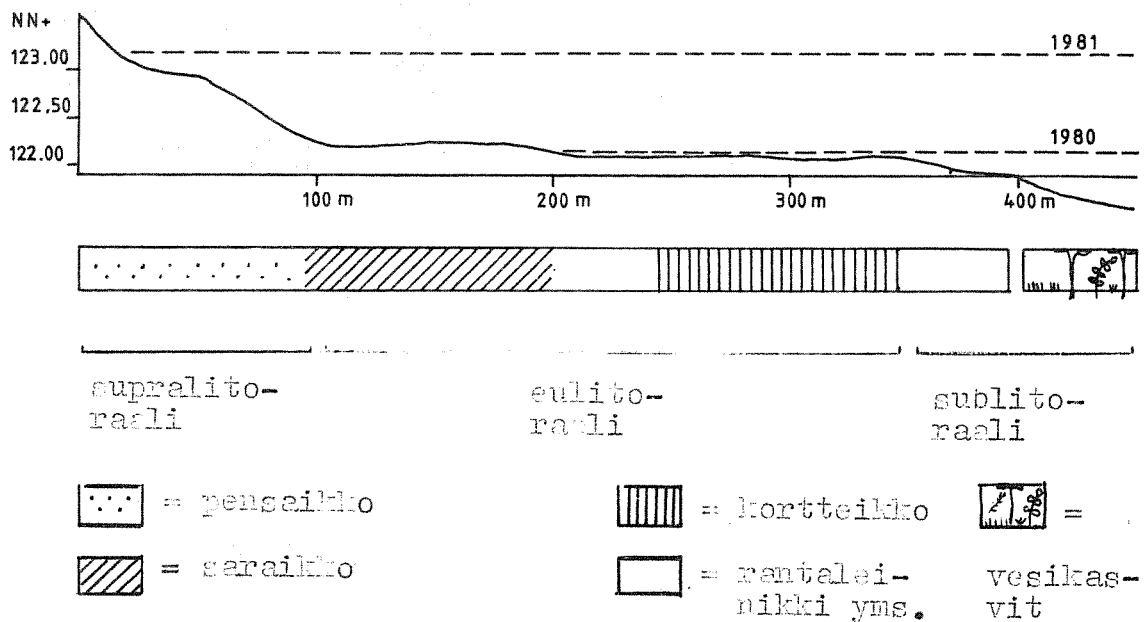
sublitoraali: aina veden alla oleva rannan osa, keskialiveden alapuolella, vesikasvillisuus ja amfibeja lajeja

Vedenkorkeudet koskevat kesäaikaista vaihteluita. Lisäksi käytän litoraalin kahtiajakoa geo- ja hydrolitoraaliin (Du Rietz 1930, Kalliola 1973).

geolitoraali: ylimmän vedenkorkeustason ja keski-
vedenkorkeustason välissä, yleensä kasvukaudella
kuivilla oleva rannan osa

hydrolitoraali: keskivedenkorkeustason ja alimman
matalan veden tason välissä, yleensä kasvukaudella
veden alla oleva rannan osa

Kuvassa 11 on yleisnäkymys vyöhykkeiden sijoittumisesta ja kasvillisuuden jakautumisesta loivalla Oulujärven rannalla. Liitteessä III ovat tutkimusalueitten profiilit, vedenkorkeuksien tasot ja kasvillisuuden sijoittuminen tutkimusalueille.



Kuva 11. Hypoteettinen rantaprofiili Oulujärvellä.

5.41 Supralitoraalinen eli maaran lajistot

Supralitoraalien yläosa on nykyisin säännöstelyn johdosta harvoin veden peittämä tai edes huuhteleva (kuva 11). Kesällä 1981 vedenpinta oli poikkeuksellisen korkealla ja myös supralitoraalit olivat veden alla. Yleistäen voidaan kuitenkin todeta, että rantojen yläosat ovat menettäneet litoraaliluonnettaan ja ovat nykyisellään epilitoraaliluonteisia, maatuotteita ja kasvilajistot on vahvasti terrestrinen.

Puusto on jo osin ohittanut taimi- ja pensaskorkeuden kuten harmaaleppä (Alnus incana) ja jotkut pajulajit ja on leviämässä yhä pitemmälle paljastuneilla ranta-alueilla vähävetisinä kasvukausina (tutkimusalueet 1. Lehtopuro, 2. Sutela, 5. Pyykkölä, 6. Myllylahti ja 15. Kattilanoja, vrt. liite III). Viimevuosien alhaisen vedenkorkeuden ansiosta runsastunut tiheä koivu-
taimisto (Betula pubescens) lienee hävinnyt kesän -81 korkean veden aikana (kuvat 12 ja 13).

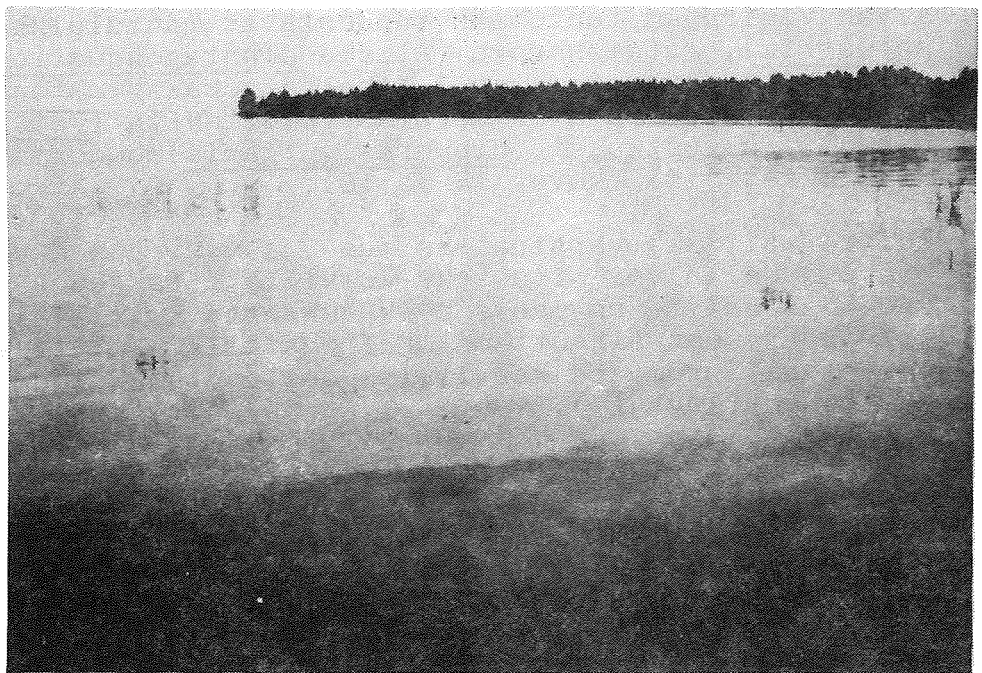
Lisäksi rantojen yläosissa on runsaasti heinä- ja ruoholajeja kuten nurmilauha (Deschampsia cespitosa), luhtarölli (Agrostis canina), kastikat (Calamagrostis spp.) sekä jonkin verran maasammalia kuten karhun-sammalet (Polytrichum spp.) sekä palmusammal (Climacium dendroides). Happamilla turverannoilla ovat luhtalajit kuten luhtakuusio (Pedicularis palustre) ja kurjenjalka (Potentilla palustre) rahkasammalpohjalla tavattavia ruohoja.

Pohjakerros on useimmiten luhtakuirisammalta ja sirpisammalia, seassa rahkasammallaikkuja. Paksuimmillaan sammalpatja on supralitoraalien alaosissa, jonne vesi keskimääräisinä vesivuosina nousee vain lyhytaikaisesti.

Varsinaisesta saravyöhykkeestä supralitoraalien alaosissa kasvaa luhta- ja pullosaraa (Carex vesicaria, C. rostrata), jotka ovat laajimmillaan eulitoraalissa, ylempänä tapaa paikoin runsaanakin harmaasaraa ja jouhisaraa (C. canescens, C. lasiocarpa).



KUVA 12 Pajukko etenee rannan yläosista yhä pitemmälle matalan veden kesinä eikä sanottavasti kärsi tulvasta. Myllylahti 9.7.1981



KUVA 13 Kesällä 1981 vesi peitti alleen myös supralitoraalien. Vedenpinta nousi hyvin nopeasti heinäkuun alkupuolella lähestyen säännöstelyn ylärajaa. Myllylahti 13.7.1981 NW

5.42 Eulitoraali eli kosteikkoranta

Pisimmälle maatuneilla rannoilla on eulitoraalin yläosaan muodostunut laaja saraikkovyöhyke eli Caricetum. Yleisimmät lajit ovat piukkasara (Carex elata), viiltosara (C. acuta), luhtasara (C. vesicaria) ja pullosara (C. rostrata). Vyöhykkeen alaosa hallitsee usein järvikorte (Equisetum fluviatile) myös yhtenäisenä vyöhykkeenä.

Eulitoraalin alaosa luonnehtivat vedenkorkeusvaihteluja sietävät amfibit, kilpailukyvyltään heikot lajit, ennen kaikkea tyypilliset kosteikkolajit myrkkykeiso (Cicuta virosa), tumma rusokki (Bidens tripartita) sekä vesitatar (Polygonum amphibium) ja rantapuntarpää (Alopecurus aequalis, jotka muodostavat sekä maa- että vesimodifikaatioita veden korkeusvaihteluiden mukaan (kuva 14).

Pohjakerroksen vallitsevat lajit ovat rantaleinikki (Ranunculus reptans), hapsiluikka (Eleocharis acicularis) ja paunikko (Crassula aquatica) sekä sammalista lähdesammal (Philonotis sp.), kalvas kuirisammal (Calliergon stramineum) ja useat sirppisammalet (Drepanocladus spp.)

Aivan vesirajan tuntumaan muodostavat rantaluikka (Eleocharis palustris), ratamosarpio (Alisma plantagoaquatica) sekä palpakot (Sparganium spp.) tiheitä sekakasvustoja. Varsinaisista vesikasveista esimerkiksi uistinvita (Potamogeton natans) ja vesikuusi (Hippuris vulgaris) muodostavat myös maa-modifikaatioita (kuvat 15 ja 16).

Eulitoraali jää varsinaisen maa- ja vesirannan väliin, joka kasvukaudella voi olla sekä kuivilla että veden alla, ali-veden aikana se on lähes poikkeuksetta kuivilla ja alttiina jään ja roudan aiheuttamalle eroosiolle. Eulitoraalin yleisilme onkin vakiintumaton kasvillisuudeltaan aukkoinen ja sekakasvustoinen (kuva 17).

5.43 Sublitoraalin eli vesirannan lajistot

Vesikasvillisuutta tutkimusalueilla hallitsevat kelluslehtiset, ennenkaikkea pystykeiholehti (Sagittaria sagittifolia) ja uistinvita (Potamogeton natans), jotka muodostavat laajoja sekakasvustoja. Avoimilla, aallokolle alttiilla rannoilla vesikasvillisuutta on niukasti ja se esiintyy siellä järvi-ruoko ja -kaislakasvustojen suojassa. Matalissa, suojaisissa lahdissa tavataan kelluslehtisten ohella ärviän ja vesisherneen



KUVA 14 Eulitoraalin kasvillisuus on usein vakiintumaton ja laikukas, useat kosteikkolajit muodostavat sekakasvustoja, Vimparin salmi 20.8.1980 NE



KUVA 15 Vesirajan kolonisoivat rantaluikka, ratamosarpio ja palpakot sekä rantapuntarpää Kokonojanlahti 14.8.1980

massakasvustoja (*Myriophyllum* spp., *Utricularia* spp.), jotka osaltaan ilmentävät lahtien ravinnekuormitusta ja luontaista ravinteisuutta (vrt. 18. Koikeronlahti, 21. Melalahti ja 22. Pitkänperänlahti).

Vesisammalia tavattiin -80 puuromaisina lauttoina tutkimus-alueilla 1. Lehtopuro, 3. Sokajärvi, 7. Ounaslahti sekä kaikissa matalissa lahdissa. Tärkeimmät lajit ovat järvisirppisammal (*Warnstorfia trichophylla*) ja järvikuirisammal (*Calliergon megalophyllum*) (kuva 18).



KUVA 18 Vesisammalet muodostavat loppukesästä puuromaisia lauttoja suojaisilla rannoilla noustessaan hajoamiskaasujen vuoksi pintaan. Vimparinsalmi 20.8.1980

5.5 LAJISTON RYHMITTELYÄ TULVAN SIEDON JA KILPAILUKYVYN MUKAAN

Luonnollisissa vesissä vesikasvivyöhykkeet muotoutuvat mm. vesisyvyyden mukaan, lajin esiintymissyvyyden määrää hyvin pitkälle veden valonläpäisevyys eli veden väri ja humuspi-toisuus. Mitä kirkkaampi vesi, sen syvemmälle kasvillisuuden alaraja ulottuu ja jos vesisyvyyttä lisätään, kasvillisuuden yläraja siirtyy ylöspäin vastaavasti. Kasvillisuuden alarajan muodostavat yleensä pohjasammalet sekä lahnaruoho (*Isoetes lacustris*). Taulukossa 7 on koottuna joittenkin vesikasvien maksimisyvyyksiä sekä vastaavat havaitut keskimääräiset kasvussyvyydet Oulujärvellä kesällä 1980 sekä verrattuna pitkäaikaiseen keskisyvyyteen, minkä voisi olettaa määränneen pysyvämmän kasvillisuuden esiintymissyvyyttä. Häyrén käsit-teli tutkimuksessaan (1954) Päijänteen ranta- ja vesikasvil-lisuutta, Vaarama (1938) Kallavettä ja Sirkka (1949) Keite-leen vesikasvien ekologiaa.

Taulukko 7 Eräiden vesikasvilajien maksimisyvyyksiä (Vaarama 1938, Sirkka 1949, Häyrén 1954), niiden keskimääräinen kasvussyvyys Oulujärvellä 1980 (NN+122,00) sekä sen mukainen kasvussyvyys vedenkorkeuden pitkäaikaikeskiarvoon nähden (122,60, Vesihallitus 1980 a mukaan)

maksimi- syvyys	kasvilaji	kasvu- syvyys	122,00 (NN+)	122,60 (NN+)
3,0 m	tumma lahnaruoho (<i>Isoetes lacustris</i>)	0,5-3	1,5	2,10
	ahvenvita (<i>Potamogeton perfoliatus</i>)	0,5-3	1,5	2,10
	iso vesiherne (<i>Utricularia vulgaris</i>)	0,5-3	1,5	2,10
	järvisätkin (<i>Ranunculus peltatus</i>)	0,5-3	0,5	1,10
2,5 m	järviruoko (<i>Phragmites australis</i>)	1 - 2,5	0 - 0,5	1,10
	ulpukka (<i>Nuphar lutea</i>)	0,5-2,5	0,5-1	1,60
	lumme (<i>Nymphaea candida</i>)	0,5-2,5	0,5-1	1,60
	punertava ärviä (<i>Myriophyllum alternif.</i>)	0,5-2,5	0,3-0,9	1,50
	kiehkuraärviä (<i>Myriophyllum verticill.</i>)	0,5-2,5	0,3-0,9	1,50
	uistinvita (<i>Potamogeton natans</i>)	0,2-2,5	0 - 1,2	1,80
	vesitatar (<i>Polygonum amphibium</i>)	0,2-2,5	0 - 1	1,60
2,0 m	siimapalpakko (<i>Sparganium friesii</i>)	1 - 2	0,5 - 1	1,60
	purovita (<i>Potamogeton alpinus</i>)	0,7-2	0,2 - 0,5	1,10
	lahnaruoho (<i>Lobelia dortmanna</i>)	0,5-2	0,2 - 0,5	1,10
	järvikaisla (<i>Scirpus lacustris</i>)	0,5-2	0 - 1	1,60
	järvikorte (<i>Equisetum fluviatile</i>)	0,5-2	0 - 0,5	1,10
	hopsiluikka (<i>Eleocharis acicularis</i>)	0,2-2	0 - 1	1,60
	rantaleinikki (<i>Ranunculus reptans</i>)	0 - 2	0 - 1	1,60
	pikkupalpakko (<i>Sparganium minimum</i>)	0 - 0,5	0 - 0,2	0,80

Säännöstellyllä rannalla vedenkorkeusvaihteluiden epäsäännöllisyys on eräs tärkeä kasvillisuuden muotoutumista määrittävä seikka, kasvilajien vaihteleva kyky kestää tulvaa milloin lyhyen aikaa, milloin koko kasvukauden ajan kestävässä ja kesken kasvukauden nousevana tai toisaalta useita kasvukausia kestävässä kuivuutta muodostuu merkittäväksi valintatekijäksi. Taulukossa 8 on ryhmitelty lajistoa tulvansiedon mukaan kirjallisuudesta saaduista tiedoista. Perusjako eugeobiontteihin, geoamfibiontteihin ja hydroamfibiontteihin on esitetty Du Rietz et al (1939) mukaan Eurolan (1965) Saimaasta koskevassa tutkimuksessa.

Ääriolosuhteet vedenkorkeusvaihteluissa ja siten kilpailutekijöiden vakiintumattomuus, uusien kilpailuttomien alueiden paljastuminen matalien vedenkorkeuksien aikaan vaikuttaa voimakkaasti rantakasvillisuuden muotoutumiseen. Ekologisen kilpailukykyyn eri kasvilajeilla muodostaa paitsi ympäristöolosuhteisiin sopeutuminen myös elämänsyklin pituus ja lisääntymisstrategia eli se, miten nopeasti ja tehokkaasti kukin laji kykenee valtaamaan uusia alueita ja miten hyvin säilyttämään asemansa. Taulukossa 9 on jaettu lajistoa kilpailukykyyn mukaan heikkoihin ja vahvoihin kilpailijoihin.

Oulujärvellä ovat vallitsevina rantakasvillisuudessa toisaalta tulvaa kestävät eli geoamfibiontit sekä kilpailukyvyltään heikot, mutta lisääntymiskyvyltään nopeat r-strategistit. Molemmat ryhmät kykenevät selviytymään vedenkorkeusvaihteluiden luonnehtimalla rantavyöhykkeellä. Taulukossa 10 on luetteloitu lajeja ravinnevaatimusten mukaisesti oligotrofeihin, meso- ja eutrofeihin.

Taulukko 8 Lajiston ryhmittelyä vedenkorkeusvaihteluiden siedon mukaan (Luther 1951a:76, Eurola 1965:17-26, Suominen 1968, Gill 1970, Nicklasson 1979, Tuononen et al 1981)

-
1. Tulvanarat maakasvit = eugeobiontit: mänty (*Pinus sylvestris*), koivu (*Betula* spp.), mesiangervo (*Filipendula ulmaria*), rantahorsma (*Epilobium palustre*), peltohatikka (*Spergula arvensis*), syysmaitikka (*Leontodon autumnalis*), korpikastikka (*Clamagrostis purpurea*), hietakastikka (*C. epigejos*), koiranheinä (*Dactylis glomerata*), harmaasara (*Carex canescens*), jänönsara (*C. leporina*)
 2. Tulvaa kestävät maakasvit = geoamfibiontit
 - a) Heikkommin geoamfibiontit eli heikosti tulvaa sietävät lajit: hieskoivu, taimet (*Betula pubescens* juv.), harmaaleppä (*Alnus incana*), pyöreälehtinen kihokki (*Drosera rotundifolia*), myrkkyykeiso (*Cicuta virosa*), ahosuolaheinä (*Rumex acetosella*), savijäkkärä (*Gnaphalium uliginosum*), nurmilauha (*Deschamsia cespitosa*), luhtarölli (*Agrostis canina*), konnanvihvilä (*Juncus bufonius*), rantavihvilä (*J. alpinus*), jouhivihvilä (*J. filiformis*), monitähkävillä (*Eriophorum angustifolium*), jouhiluikka (*Eleocharis acicularis*), piukkasara (*Carex elata*), vesisara (*C. aquatilis*), jouhisara (*C. lasiocarpa*),

- b) selvemmin geoamfibiontit eli tulvaa sietävät lajit: kurjenjalka (*Potentilla palustris*), suoputki (*Peucedanum palustre*), rantamatara (*Galium palustre*), rantalemmikki (*Myosotis laxa*), järvikorte (*Equisetum fluviatile*), pullosara (*Carex rostrata*)
- c) vahvat geoamfibiontit eli tulvaa hyvin kestävät lajit: rantaleinikki (*Ranunculus reptans*), eri pajulajit (*Salix* spp.), vesitatar (*Polygonum amphibium*), tumma rusokki (*Bidens tripartita*), ratamosarpio (*Alisma plantago-aquatica*), rantapuntarpää (*Alopecurus aequalis*), ojasorsimo (*Glyceria fluitans*), rantaluikka (*Eleocharis palustris*), viiltosara (*Carex acuta*), luhtasara (*C. vesicaria*)
3. Kuivuutta kestävät vesikasvit = hydroamfibiontit:
 vaalea lahnaruoho, (*Isoetes echinospora*), ulpukka (*Nuphar lutea*), lumme (*Nymphaea candida*), rimpivesiherne (*Utricularia intermedia*), pikkuvesiherne (*U. minor*), pystykeiholehti (*Sagittaria sagittifolia*), äimäruoho (*Subularia aquatica*), paunikko (*Crassula aquatica*), järviruoko (*Phragmites australis*)

Taulukko 9 Lajiston ryhmittelyä ekologisen kilpailukyvyn ja elinstrategian mukaan (Vaarama 1938, Hulkkonen 1946, Uotila 1971, Rautava 1972, Gadgill & Solbrig 1972, Pianka 1970)

-
1. Heikot kilpailijat = r-strategistit, joilla on nopea, tehokas lisääntyminen ja runsas siemenen tuotto: rantaleinikki (*Ranunculus reptans*), rantahorsma (*Epilobium palustre*), rentohaarikko (*Sagina procumbens*), vesitatar (*Polygonum amphibium*), uistinvita (maamuoto) (*Potamogeton natans*), rentovihvilä (*Juncus bufonius*), rantavihvilä (*J. alpinus*), hapsiluikka (*Eleocharis acicularis*), rantapuntarpää (*Alopecurus aequalis*), järvikaisla (*Scirpus lacustris*), järviruoko (*Phragmites australis*), palpakot (*Sparganium* spp.); vesikasvit: ulpukka (*Nuphar lutea*), lumme (*Nymphaea candida*), ratamosarpio (*Alisma plantago-aquatica*), pystykeiholehti (*Sagittaria sagittifolia*), vidat (*Potamogeton* spp.), siimapalpakko (*Sparganium friesii*), kiehkuraärviä (*Myriophyllum verticillatum*); sammalet: kuljun rahkasammal (*Sphagnum cuspidatum*), palmusammal (*Climacium dendroides*), sirppi- ja kuirisammalet (*Warnstorfia* spp.), *Calliergon* spp.)
2. Vahvat ja sitkeät kilpailijat = K-strategistit, joilla hidas elämänkierto, vähäisempi siemenen tuotto ja voimakas kasvullinen lisääntyminen: järvikorte (*Equisetum fluviatile*), viiltosara (*Carex acuta*), luhtasara (*C. vesicaria*), sitkeitä kilpailijoita ovat järvikaisla ja järviruoko

Taulukko 10. Lajiston ryhmittelyä ravinnevaatimusten mukaisesti (Linkola 1932, Luther 1951b, Kurimo 1975, Toivonen 1981) o = oligotrofit m = mesotrofit, e = eutrofit, -= kärsivät rehevöitymisestä
 += hyötyvät rehevöitymisestä
 i= riippumattomia rehevöitymisestä

1. Oligotrofit (o) = niukkaravinteisia vesiä suosivat
 - *Lysimachia thyrsiflora* o-m terttualpi
 - *Carex lasiocarpa* o-m jouhisara
 - *Elocharis palustris* o-m rantaluikka
 - *Sparganium hyberboreum* o pohjanpalpakko
 - *S. minimum* o-m pikkupalpakko
 - *S. friesii* o-m siimapalpakko
 - *Ranunculus peltatus* o järvisätkin
 - *Potamogeton gramineus* o-m heinävita
 - *P. alpinus* o-m purovita
 - *Myriophyllum alterniflorum* o ruskoärviä
 - i/- *Ranunculus reptans* o-m rantaleinikki
 - i/- *Eleocharis acicularis* o-m hapsiluikka
 - i/- *Subularia aquatica* o-m äimäruoho
 - *Isoetes lacustris* o tumma lahnaruoho
 - *Lobelia dortmanna* o(m) nuottaruoho
 - i/- *Fontinalis* spp. o-m näkinsammal
 - i/- *Warnstorfia procera* o-m
 - i/- *W. trichophylla* o-m
 - i/- *W. exannulata* o-m
2. Eutrofit (e) ja mesotrofit (m) = ravinteisia vesiä suosivat
 - i/+ *Bidens tripartita* m-e tumma rusokki
 - i/+ *Rorippa palustris* m-e rantanenätti
 - i *Carex aquata* m-e viiltosara
 - i *C. vesicaria* m-e luhtasara
 - i *Polygonum amphibium* m-e vesitatar
 - i *Alisma plantago aquatica* m-e ratamosarpio
 - i *Sparganium emersum* m-e rantapalpakko
 - + *Sagittaria sagittifolia* e pysty keiholehti
 - + *Potamogeton pusillus* e hentovita
 - + *Potamogeton berchtoldii* e pikkuvita
 - + *Myriophyllum verticillatum* e kiehkuraärviä
 - + *M. spicatum* e tähkä-ärviä
 - + *Crassula aquatica* m-e paunikko
 - i/+ *Nitella flexilis* m-e hento näkinruoho
 - + *Scorpidium scorpioides* m-e lierosammal
 - i/+ *Drepanocladus aduncus* m-e
 - i+ *D. tenuinervis* m-e
3. Vesien rehevöitymisestä hyötyvät mesotrofit
 - +/i *Carex aquatica* m-o vesisara
 - + *Nuphar lutea* m-o ulpukka
 - + *Nymphaea candida* m-o lumme
 - +/i *Potamogeton perfoliatus* m-o ahvenvita
 - +/i *Utricularia vulgaris* m iso vesiherne
 - +/i *Calliergon megalophyllum* m järvikuirisammal

6. T U L O S T E N T A R K A S T E L U A

6.1 JÄRVI- JA RANTATYYPEISTÄ

Oulujärvi sijoittuu Mariston (1941) järvityyppiluokitukseen oligotrofiseen Phragmites-tyyppiin eli niukkaravinteiseen järviruoko-tyyppiin (vrt. myös Vaarama 1961).

Perinteiset botaaniset järvityyppiluokitukset perustuvat järvien makrofyttilajistoon, sen runsauteen ja vaateliaisuuteen sekä eri elomuotojen keskinäisiin suhteisiin sekä ympäristö- ja kasvupaikkatekijöiden samankaltaisuuteen (esim. Samuelsson 1925, Maristo 1941). Limnologisen järvityyppittelyn peruskriteerinä on kasviplanktonin suorittama perustuotanto. Sekä biologiset että limnologiset järvityyppitykset perustuvat oligotrofia-eutrofia-jakoon, jota on tarkennettu erilaisilla ala- ja rinnakkaistyypeillä. Botaaninen järvityyppi vastaa nimenomaan vesikasvillisuutta koskeviin kysymyksiin, siitä voi vain rajoitetusti tehdä päätelmiä esimerkiksi järven ravinnetaloudesta (Toivonen 1977). Jensénin (1978) ehdotus pohjoismaiseksi botaaniseksi järvityyppitykseksi perustuu eri kasvillisuuskerrosten erilliseen käsittelyyn. Koska ilmaversoiskasvillisuus riippuu ensisijaisesti rantavyöhykkeen ominaisuuksista, muut järven kasvillisuuden osat mm. veden ja pohjan laadusta (esim. Pieczynska 1972, Toivonen 1979b) erottelu on perusteltua. Jensén tyypittelee myös ihmistoiminnan seurauksena muuttuneita vesiä (Toivonen 1979b).

Järven ranta- ja vesikasvillisuuden lajimäärään ja -runsauteen, siten myös järvityyppiin vaikuttavat tekijät on Toivonen (1977, 1979a, 1981) jakanut seuraavasti:

1. järven koko ja muoto
2. altaan syvyys ja rannan morfologia
3. geologia, pohjan fysikaalinen ja kemiallinen luonne
4. altaan hydrologia (veden virtailut, vedenpinnan korkeusvaihtelut ja sedimentaatio-olosuhteet)
5. ilmastolliset tekijät
6. veden läpinäkyvyys ja väri
7. veden kemia
8. kilpailu (kilpailun ankaruus riippuu kasvupaikan ravinteisuudesta)
9. eläimistö

Puolalaisten järvien rantatyyppejä koskevissa tutkimuksissaan Bernatowicz & Zachwieja (1966) pitivät tärkeimpänä kasvillisuutta muovaavina tekijöinä pohjan ominaisuuksia, rannan morfologiaa ja tuulioloja. Segal (1971) mukaan keski-eurooppalaisten kasviyhdyskuntien kehitys riippuu ennen kaikkea siitä, onko ranta avoin vai suojainen, myös Vaarama (1938) käsittelee Kallavesi-tutkimuksissaan laajasti ekspositio-olosuhteiden vaikutuksia.

Järven kasvillisuuteen vaikuttavat siten monet tekijät samanaikaisesti, Oulujärven kaltaisessa suuressa altaassa merkitsevät ennenkaikkea järven suuri koko (tuulten vaikutus), rannan morfologiaa muokkaavat ekspositio- ja eroosioolosuhteet, vedenkorkeusvaihtelut saman kasvukauden aikana sekä kasvukausien välillä ja niiden vaikutukset kasvilajien väliseen kilpailuun. Oulujärvellä ranta- ja vesikasvillisuus on runsain ja tuotannoltaan suurin matalilla laakeilla ja suojaisilla rannoilla sekä matalissa, kapeissa ja suojaisissa lahdissa (1. Lehtopuro, 2. Sutela, 5. Pyykkölä; 16. Kokonojanlahti, 18. Koikeronlahti, 19. Vuoreslahti, Pikkulahti, 20. Vuoreslahti, Vuoresjokisuu, 21. Melalahti ja 22. Pitkänperänlahti). Niukin vesikasvillisuus ja laikuttainen vähälajinen rantakasvillisuus on tuulille ja aallokolle alttiilla eksponoiduilla hiekkarannoilla kuten 4. Nurkkala, 6. Myllylahti, 8. Ahvenkaarre, 9. Rytölahti ja 10. Olkkolan-kaarre eli Manamansalon ja Säräisniemen eroosiorannoilla.

Rantatyypeiltään tutkimusalueet vastaavat Bernatowicz & Zachwiejan (1966) psammolitoraalityyppejä, joka on luontainen selkäiselle, niukkaravinteiselle järvelle: hiekka- tai soraranta, jonka vesikasvilajisto on niukka sekä fyto- eli kasvillisuusrantatyyppiä, jossa koko litoraali on kasvillisuuden valtaama ja loivasti viettävä. Kuitenkin vedenpinnan lasku on Oulujärvellä lisännyt geolitoraalin osuutta eikä rantatyyppittely sen osalta vastaa esitettyä.

Vaikka Oulujärven suuruisen järven ollessa kyseessä on kuvavaampaa käyttää järvityypittelyn sijasta rantatyyppittelyä, koska järven eri osat eroavat olosuhteiltaan toisistaan, vastaa Oulujärvi edelleen Mariston (1941) järviruokotyyppiä. On huomattava, että Mariston havainnot koskivat Melalahtea ja Sokajärveä - molemmat Oulujärven rehevimpiä osia ja vastaavatkin nykyisin rehevimpiä tyyppisiä (esim. *Scirpus lacuster* -tyyppejä). Kokonaisuutena kulttuurivaikutus on Oulujärven eri osissa suuri, jolloin veden kemian ja pohjan laadun muutokset sekä veden valonläpäisevyyden ja värin muutokset korostuvat kasvillisuutta muovaavina tekijöinä. Rantojen ja lahtien mataloituminen vauhdittaa rehevöitymiskehitystä järven eri osissa.

6.2 VEDENKORKEUSVAIHTELUIDEN MERKITYS

Luonnontilaisen järven litoraalissa voidaan erottaa horisontaalinen kasvillisuusvyöhykesarja, joka matalalla niitty-rannalla on vedestä maalle: järvikaisla-järviruoko (*Scirpus-Phragmites*), järvikorte (*Equisetum fluviatile*), vesisarot (*Carex rostrata*, *C. vesicaria*, *C. acuta*), kuivempi saravyöhyke (*C. nigra*, *C. canescens*, *Juncus filiformis*, *Eriophorum angustifolium*), luhtarölli (*Agrostis canina*), nurmilauha (*Deschampsia cespitosa*). Geolitoraali on yleensä hyvin kapea rannankaistale ja vedenkorkeusvaihtelut ovat melko säännöllisiä vuodesta toiseen.

Kuitenkin kasvillisuusvyöhykkeiden rajausta sidottuna vedenkorkeusvaihteluihin on tuottanut moniselitteisiä tutkimus-

tuloksia johtuen osaltaan eri tutkijoiden vyöhykkeiden nimistön ja tarkastelutapojen eroavaisuuksista, mutta pääpiirteis- sään vyöhykejako on edelläkuvattu ilmaversoisten osalta, vesikasvillisuus muodostaa vyöhykkeet vesisyvyyden ja valon määrän mukaan pohjaversoiskasvustot syvimmälle ulottuen (esim. Du Rietz 1930, Kaaret 1953, Andersson 1971, 1973, Kalliola 1973).

Oulujärven säännöstely on jatkunut 30 vuotta eli kyllin kauan muovatakseen vedenpinnan laskun mataloittamalla rannoilla litoraalivyöhykkeet selvästi havaittaviksi, mutta vyöhykkeiden lajisto ja ennenkaikkea laajuus poikkeavat luonnontilaisesta järvestä eivätkä ole kasvillisuuden vakiintumattomuuden vuoksi selvärajaiset. Oulujärvellä säännöstelyn tuomat erikoispiirteet, jotka vaikuttavat vyöhykkeiden muodostumiseen ovat:

1. Vedenkorkeuden yleinen lasku, siitä seuraava paljaaksi jäävien ranta-alueiden maatumisen ja litoraaliluonteen katoaminen (sidoksellisuus vedenkorkeusvaihteluihin häviää)
2. vedenkorkeuden voimakas vaihtelu eri kasvukausina, siitä seuraava jo muodostuneiden vyöhykkeiden murtuminen
3. vedenkorkeuden vaihtelun amplitudi lähes 3 m, eroosiovyöhykkeen laajentuminen ja sen seurannaisvaikutukset kasvillisuuteen

Kasvisosiologisen tarkastelutavan mukaan litoraalivyöhykkeet voidaan nimetä kasviyhteisöä luonnehtivan valtalajin eli dominantin mukaan. Luokittelussa esiintyy useita koulukuntia, joista tunnetuimmat ovat ns. saksalaisen tradition mukainen tarkastelu, jossa kasvillisuudesta muodostetaan hierarkkinen järjestelmä lähtökohtana dominantin mukaan nimettävät assosiaatiot, tunnetuin edustaja ja järjestelmän kehittäjä Braun-Blanquet, jonka mukaan koulukuntaa usein kutsutaan sekä ns. pohjoismaisen traditio eli uppsalalainen koulukunta, joka perustaa järjestelmänsä kasvillisuuden synuusioluonteeeseen ja kasvillisuuden kerroksellisuuteen; tunnetuimmat edustajat ruotsalaiset Du Rietz ja Fries (Whittaker 1978). Nykyisin pyritään yhdistämään molempien koulukuntien näkemyksiä (esim. Jensén 1978 ja Mäkirinta 1978).

Säännöstellyssä järvessä vedenkorkeuksien vaihtelu poikkeaa luonnontilaisista vuodenaikaisvaihteluista. Suurin ero luonnontilaisiin veden keskiarvokorkeuksiin on usein kevättalvella, jolloin juoksutukset ovat tehokkaimmillaan ja säännösteltyt altaat tyhjennetään alarajaansa. Tällöin litoraalin yläosat jäävät epänormaalin vedenpinnan laskun vuoksi jään puristuksiin ja pakkaselle alttiiksi. Myös kevättulvat pitenevät ajallisesti pienennettyjen virtaamien vuoksi kevätkesällä ja vedenkorkeuksien maksimi saavutetaan vasta heinäkuussa kun se luonnontilaisessa järvessä olisi jo touko-kesäkuussa (Juola 1975). Oulujärven säännöstelyrytmi poikkeaa ajallisesti luonnontilaisesta ja kasvillisuuden kehityksen kannalta poikkeama on ratkaiseva (vrt. liite I sekä kuva 2.)

Säännöstelyn haittavaikutukset ovat suoraan verrannollisia säännöstelyamplitudin suuruuteen. Suomessa säännöstelyväli on keskimäärin alle 5 m, Ruotsissa ja Norjassa usein yli 10 m. Vedenkorkeusvaihteluiden aiheuttama eroosio on voimakkaasti säännöstelyssä vesistössä huomattavampi ja koskee laajoja litoraalia alueita verrattuna lievemmän säännöstelyn haittoihin.

Voimataloudellista vesistöjen säännöstelyä koskevat tutkimukset käsittelevät valtaosaltaan hyvin voimaperäisesti säännösteltyjä järviä ja tekoaltaita, joiden vuotuinen amplitudi vaihtelee 12-20 m (Wassén 1966, Lundqvist & Wistrand 1976, Sjörs & Nilsson 1976, Nilsson 1978, Nicklasson 1979, Nilsson 1981 sekä Suomessa Granberg & Hakkari 1980: Suomussalmen Vuokkijärvi, säännöstely 6 m ja Vogt 1978: tekoaltaat). Olennaista näissä tutkimuksissa Oulujärven kannalta tarkasteltuna on säännöstellyn ja luonnontilaisen ylivedenkorkeuden vaihteluitten erot: säännöstelty vedenkorkeus ylittää usein luonnontilaisen korkeuden ja yltää siten ylimmillään rantaniityille ja -metsiin sekä suuren säännöstelyvälin vuoksi alueellisesti laajat ja voimakkaat eroosiohaitat, joista seurauksena rantavyöhykkeen yleinen köyhtyminen ja karuuntuminen niin kasvillisuudeltaan kuin eläimistöltään.

Oulujärvellä tilanne on toinen: keskiveden korkeus on laskenut verrattuna luonnontilaiseen säännöstelyn johdosta ja säännöstelyväli on huomattavasti pienempi, 2,70 m. Rantavyöhykkeen eroosio ja sedimentaatoraja on siirtynyt rannan alemmalle tasolle, ylivedenpinnan laskun myötä on kulutus-rantojen vyöryminen loppunut lähes täysin; rantaprosessit ovat heikkoja ja vähänkin suojaisilla rannoilla kasvillisuus valtaa litoraalin kokonaisuudessaan (Keränen 1980:46-48), kerrostumisrannoilla aikaisemmin liikkuva hiekka ja törmistä purkautuva uusi aines piti aallokon avulla kasvillisuuden loitolla (kuvat 19-22 ja 23-24).

Vedenpinnan lasku on Oulujärvellä lisännyt matalan ja paljaan rannan osuutta sekä mahdollistanut laajojen sara- ja korteikkoisten luhtarantojen lisääntymisen ja laajentumisen. Madaltuneissa lahdissa on umpeenkasvu vauhdittunut. Vastaavat seikat on todettu tutkimuksissa, jotka ovat käsitelleet vedenpinnan laskun vaikutusta kasvillisuuteen (Lohammar 1949, Lillieroth 1950, Quennerstedt 1958, Hytteborn 1977, Rintanen et al 1978, Toivonen 1981, Tuononen et al 1981).

Ranta- ja vesikasveilla on ratkaisevia eroja vedenkorkeusvaihteluitten siedossa (taulukot 7 ja 8). Segal (1971) toteasi, että kasvilajien kuivilla tai vedessä olon kesto on ratkaiseva, samoin vedenkorkeusvaihtelun amplitudi; saman elomuodonkin lajit eroavat reaktioiltaan. Vedenkorkeusvaihtelut muodostavat ekoperiodin, joka koostuu eri ajanjaksoista, jolloin litoraali on veden peitossa tai kuivilla: hydrofaasi, jolloin litoraali veden peittämä ja vesikasvillisuus vallitseva, littoral- ja limnofaasit, jolloin amfibit lajit vallitsevat sekä terrestinen faasi, jolloin ranta on kuivilla pitkiä ajanjaksoja ja maakasvit leviävät (vert. myös Hejny 1957, 1971).



Kuva 19. Manamansalo 18.8.1939, vedenkorkeus 122,66 NN+ . Rannalla ei varsinaista vyörytörmää, mutta aallokko kuljettaa rannalle jatkuvasti hiekkaa ja aallokko estää kasvillisuuden leviämisen. Kuva P. Saukko



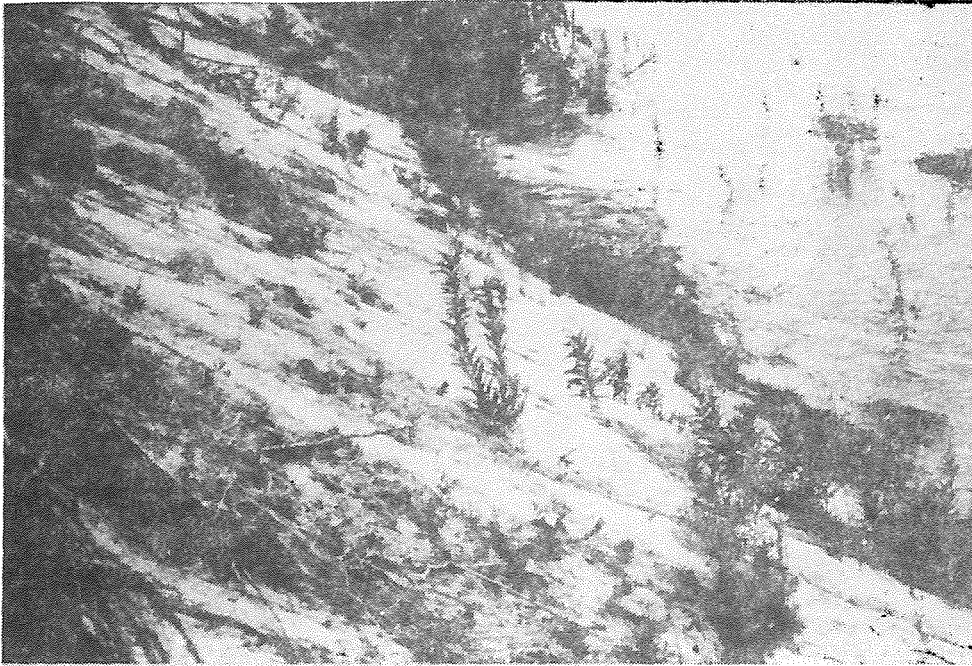
Kuva 20. Manamansalo 8.9.1939, vedenkorkeus 122,40 NN+. Vyörytörmistä rannalle jatkuvasti ajautuva hiekka ja aallokko estävät kasvillisuuden leviämisen rannalla. Kuva P. Saukko



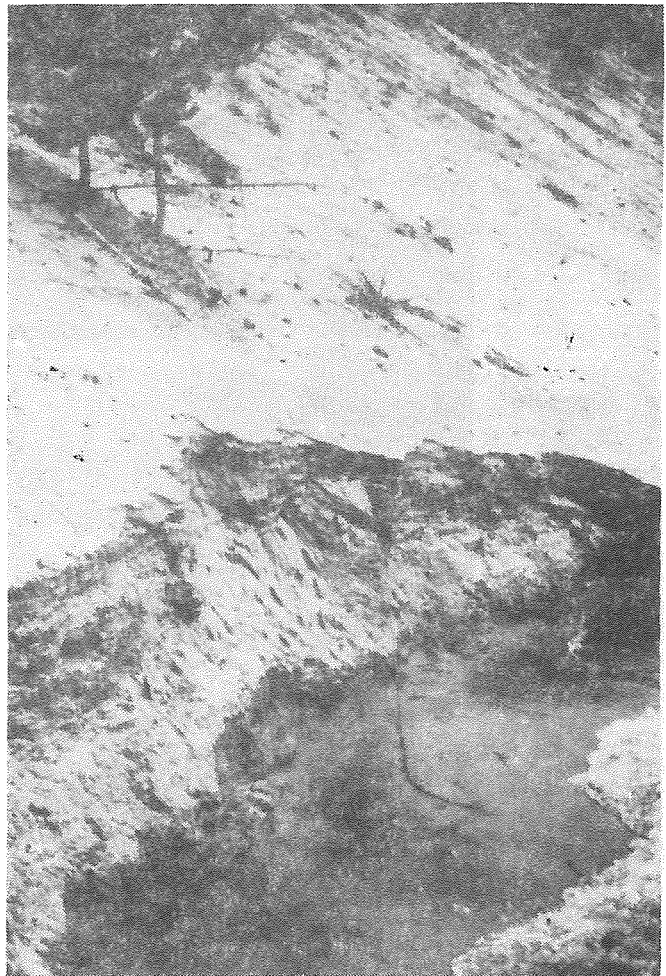
Kuva 21. Manamansalo, Ahvenkaarre 4.7.1980.
Kasvillisuus on vallannut aikaisemmin paljaan hiekkarannan useita kesiä alhaalla olleen vedenkorkeuden takia, jolloin rantaprosessit eivät vaikuta paljastuneella rantaosuudella.



Kuva 22. Manamansalo, Ahvenkaarre 14.7.1981.
Vedenpinta on n. metrin edelliskesäistä korkeammalla. Alkukesän matalan veden aikana kasvunsa hyvään vauhtiin saaneet sarakasvustot eivät kärsi tulvasta, varsinkaan kuvassa näkyvät Carex aquatilis -kasvustot.



Kuva 23. Säräisniemi, Olkkolankaarre 14.7.1981.
 Vanhat vyöryrannat ovat enimmäkseen asettuneet lepokulmaan
 eikä törmästä enää purkaudu uutta hiekkaa ranta-alueelle.
 Kasvillisuus sitoo vyörymistä myös tehokkaasti. Kesällä
 korkealle noussut vedenpinta nuoleskeli törmän juurta.



Kuva 24. Säräisniemi.
 Olkkolankaarre 14.7.1981.
 Vedenkorkeus 123,10 NN+
 eroosiotörmän juuri
 lohkeilee veteen ja
 hiekka leviää rannalle.

Kunakin ekofaasin kesto kasvukaudella ja myös pitkäaikaisvaikutus suhteessa muihin kasvukausiin määrää kasvilajiston. Oulujärvellä terrestisen faasin vallitsevuus muihin nähden usean vuoden aikana on ollut merkitsevä rantojen umpeenkasvussa.

Vedenkorkeusvaihtelut säännöstelyssä järvessä johtavat vaihteluista hyötyvien lajien lisääntymiseen ja leviämiseen ja siitä kärsivien vähentymiseen. Oulujärvellä näkyivät vedenkorkeusvaihteluitten vaikutukset kahtena toisistaan suuresti poikkeavana kesänä seuraavasti:

1. useina peräkkäisinä kesinä vallinneet matalan veden kaudet ovat mahdollistaneet kasvillisuuden voimakkaan lisääntymisen paljastuneilla ja madaltuneilla rannoilla
2. amfibien, vedenkorkeusvaihteluista sietävien lajien osuus on suuri
3. ennätysellisen tulvakesän vaikutukset: vyöhykkeisyyden murtuminen, tulvaa kestävien lajien selviytyminen kuten pajut, varsinaisten vesikasvien lisääntyminen ja leviäminen, ennenkaikkea heinävitä (*Potamogeton gramineus*) ja ahvenvitä (*P. perfoliatus*) sekä saraikkojen ja korteikon taantuminen. Miten pysyvä muutos on, riippuu olennaisesti kesän 1982 vedenkorkeudesta ja sen rytmivaihtelusta sekä korkean veden aikana tapahtuneen järven jäätyamisen vaikutuksista.

6.3 REHEVÖITYMINEN

Säännöstellyn järven vedenkorkeusvaihtelu lisää eroosioherkkyyttä entisen vesipohjan alueella; veden humus- ja ravinnepitoisuus nousee säännöstelyn alkuvaiheessa saaden aikaan rehevöitymistä. Suurissa järvissä ei trofiatason muutos ole niin selvä kuin pienissä (Lillieroth 1950: 133-139, Järnefelt 1951, Quennerstedt 1958, Hinneri 1965, Nicklasson 1979:9). Veden laadun muutokset kuten lisääntynyt ravinne- ja toksisten aineiden kuormitus voivat peittää eroosiohuuhtoutumisen rehevöittävän vaikutuksen, etenkin koskien alkuvaiheen kasvanutta perustuotantoa (Vogt 1978, Rintanen et al 1978, Granberg & Hakkari 1980:22).

Osa tutkimusalueista sijaitsee jätevesien voimakkaasti kuormittamalla Oulujärven alueilla ja on rehevöitynyt: sekä perustuotanto että makrofytytien biomassan tuotanto on voimakasta. Kasvilajisto on pääosiltaan Oulujärven eri osissa sama, kuormitustekijät kuten ravinteiden lisääntyminen ja puunjalostustehtaan vaikutukset veden pH-arvoihin sekä pohjan laatuun näkyvät lähinnä kasvillisuuden tuotannon lisääntymisenä sekä tiettyjen lajien vallitsevana esiintymisenä muihin nähden.

Luonteenomaista rehevöitymiskehitykselle on lajien lisääntyminen alkuvaiheessa; kelluslehtiset ja irtokellujat ja -keijukat muodostavat laajoja yhtenäisiä kasvustoja. Tämänkaltaisen kehitys on hyvin nähtävissä esimerkiksi tekoaltaissa.

Jatkuvasti voimakkaan jätekuormituksen vaivaamissa järvissä alkaa lajilukumäärä pienetä ajan myötä; vahvat kilpailijat ja esimerkiksi veden happamuuden lisääntyminen karsivat lajeja. Varsinkin suomalaisissa matalissa usein puunjalostustehtaiden jätevesien kuormittamissa vesistöissä ravinne-lisäyksen ohella veden muutkin kemialliset piirteet kuten juuri pH muuttuvat ratkaisevasti ja jätevesien kiinteiden aineiden kasaantuminen pohjaan muuttaa sedimenttiin kiinnittyvien lajien elinolosuhteita. Pohjaruusuksikasvit ovat taantuvista lajeista ensimmäisiä; ne kärsivät valon puutteesta veden samentuessa, samoin oligotrofisten vesien lajit heikkoina kilpailijoina häviävät (Suominen 1968, Kurimo 1970, Uotila 1971, Granberg 1973, Rintanen 1976, Ozimek 1978, Vogt 1978, Toivonen 1979, Venäläinen 1981).

Oulujärvellä oli 30-luvulla Mariston (1941) mukaan eutrofeja vesikasveja kaksi lajia: kelluva keiholehti (Sagittaria natans) ja pikkuvita (Potamogeton pusillus). Omien havaintojeni mukaan Mariston lajiston lisäksi eutrofeja tai semi-eutrofeja (Linkola 1933, Luther 1951a, Kurimo 1970) lajeja Oulujärvellä nykyisin ovat: ilmaversoisista piukka sara (Carex elata), vesisara (C. aquatilis), myrkkukeiso (Cicuta virosa); kellus- ja uposlehtisistä pystykeiholehti (Sagittaria sagittifolia), heinävita (Potamogeton gramineus), kiehkura- ja tähkä-ärviä (Myriophyllum verticillatum, M. spicatum); irtokeijukat rimpivesiherne (Utricularia intermedia), pikkuvesiherne (U. minor) sekä pohjaversoisista vaalea lahnaruoho (Isoetes echinospora) ja katkeravesirikko (Elatine hydropiper). Nämä lajit esiintyvät Oulujärvellä runsaimmin asutus- ja maatalousjätevesien hajakuormitusalueella sekä hyötyvät myös vedenkorkeusvaihteluista (vrt. taulukot 8 ja 9.)

Tulosteni mukaan Mariston (1941) toteamista lajeista ovat nykyisin taantuneet tai puuttuvat kokonaan ruskoärviä (Myriophyllum alterniflorum), tumma lahnaruoho (Isoetes lacustris), nuottaruoho (Lobelia dortmanna) ja järvisätkin (Ranunculus peltatus); lajeja, jotka ovat herkkiä veden laadun muutoksille ja pohjan pehmenemiselle (vrt. Kurimo 1970, Seddon 1972, Toivonen & Ranta 1976). Näitä lajeja esiintyykin niukasti ja vain Niskanselällä, joka on vähiten likaantunut ja ravinnekuormitettu Oulujärven osa.

Kurimon (1970) mukaan ravinnekuormituksesta eniten hyötyvät irtokellujat ja -keijukat, joita ei vesiherneitten (Utricularia spp.) lisäksi tavattu muita lajeja. Myös vesisammalat hyötyvät rehevöitymiskehityksestä (Rintanen et al 1978). Oulujärvellä vesisammalia on lahdissa erittäin runsaina massakasvustoina, kesällä 1980 lämpimien rantavesien ansiosta kiihtynyt hajotustoiminta ja siitä aiheutuva kaasunmuodostus

nosti sammallautat silmiinpistäviksi ja liikkumista haittaaviksi lautoiksi (vrt. Meriläinen & Toivonen 1979), kesällä 1981 vesisammaleitten kasvu oli vähäisempää vaikka rantavesien ravinteisuus oli korkeampi, suurempi vesisyvyys ja hillitympi hajotustoiminta ilmeisesti rajoitti kasvua eikä massaesiintymien nousu pintaan ollut yhtä yleistä. Kurimon (1970) mukaan monet lisäravinteista hyötyvät lajit eivät kestä puunjalostustehtaiden aiheuttamaa happamuuden lisääntymistä (keiholehdet Sagittaria spp., uistinvita Potamogeton natans), toiset taas hyötyvät esimerkiksi kuituaineksen lisääntymisestä pohjassa ja sietävät happamampiakin olosuhteita (mm. lumme ja kiehkuraarviä Myriophyllum verticillatum). Oulujärvellä mitään suuria eroja vesiympäristön suhteen näillä lajeilla ei voi havaita, mutta selvästi ne suosivat runsasravinteisia vesiä ja pehmeitä pohjia. Kaikenkaikkiaan vesikasveilla on hyvä sopeutumiskyky veden kemiallisiin muutoksiin; vapaasti kelluvia lajeja lukuunottamatta alustan koostumus, sedimentaatio ja lajien välinen kilpailu määräävät alueellisen lajikoostumuksen ennemminkin kuin veden kemiallinen koostumus (Seddon 1972).

Tutkimusalueilla suoritettut pintavesianalyysit (liite II) antavat yleiskuvan Oulujärven rantavesien laadusta ja niistä muutoksista, jotka vedenkorkeudeltaan suuresti poikkeavilla kasvukausilla tapahtuu. Selvimmät muutokset tutkimuskesien 1980-81 välillä näkyvät pH- ja väriarvoissa sekä kemiallisessa hapenkulutuksessa. Kesällä 1980 tehdyt analyysit kuvaavat vain hetkellistä tilannetta harvojen näytteenottokertojen vuoksi; varsinkin happi, pH ja makroravinteet ovat hyvin pitkälle lämpötilan ym. ympäristöolosuhteiden säätelemiä (vrt. Wetzel 1975: 124, 153, 174-175). Normaali Oulujärven pH vaihtelee 6,5 - 6,9 välillä, kesällä 1980 kohonneet pH-arvot johtunevat kasvillisuuden voimakkaasta tuotantovaiheesta ensimmäisen näytteenottokerran aikoihin, syksyiset arvot ovat tyypillisiä hajotustoiminnan kiihtyessä. Kesällä 1981 ranta-alueitten kasvillisuus peittyi heinäkuun alussa veteen, rantavedet olivat hyvin ruskeita, humuspitoisuus korkea huuhtoutumisen johdosta ja kasvillisuuden hajoamisen vuoksi sekä kemiallinen hapenkulutus tästä johtuen korkea.

Perustuotannon kuutiometrimaksimit (nettoassimilaatio in vitro) sijoittuivat 1981 kesäkuun loppupuoliskolle ja heinä-elokuun vaihteeseen, lisäksi pienempi tuotantohuippu näkyi syyskuun alussa. Perustuotantokyky vaihtelee Oulujärvellä ulappapisteissä pintavedessä yleensä 100 mg C yht./m³/d vaiheilla. Niskanselällä alla sadan, Sokajärvellä 100-200 mg C yht./m³/d. Kesällä 1981 Oulujärven rantavesien nettoassimilaatiomaksimit vaihtelivat 300-500 mg C yht./m³/d ja esiintyivät selvinä tuotantohuippuina; selvin huippu sijoittui kesä-heinäkuun vaihteeseen, jolloin vedenpinta nousi erittäin nopeasti ja ravinteitten huuhtoutuminen littoraalissa oli voimakasta.

Lehmusluodon (1969) ja Granbergin (1973) mukaan (vrt. Peura 1981:47-52) Oulujärven rantavedet ovat perustuontoarvojensa mukaan rehevöityneitä (kuutiometrituotanto 200-1000 mg C yht./m³/d Lehmusluoto 1969), on kuitenkin huomattava tutkitun

kesän erityispiirteet kuten sateisuus ja voimakas tulvahuhtoutuminen sekä siitä johtuva korkea humuspitoisuus. Pääpiirteissään tehdyt analyysit tukevat aikaisempia käsityksiä Oulujärven eri osa-alueiden eroista veden laadun suhteen.

6.4 JÄÄN VAIKUTUKSET

Talven matalan veden aikainen jäätyminen ja jään liikkeet vahingoittavat ilmaversoisia kuten järviruoko ja järvikaisla (Phragmites australis, Scirpus lacustris) ja alueen valtaavat muut heikommät lajit (Lohammar 1949: 266, 1965: 42, Andersson 1971: 333). Pohjaruusukekasvit ovat paitsi herkkiä veden laadun muutoksille ja pohjan pehmenemiselle myös talviaikaiselle jäätymiselle. Säännöstellyissä järvissä pohjaversoiset tuhoutuvat myös jään mekaanisen vaikutuksen vuoksi (Jaatinen 1950: 279, Quennerstedt 1958, Forsberg 1964, Sjörs & Nilsson 1976, Uotila 1977, Lundqvist & Wistrand 1976, Nicklasson 1979). Myös Oulujärvellä pohjaversoiskasvustojen niukkuus ja laikuttaisuus voi olla seurausta talviaikaisesta jäätymisestä. Esimerkiksi nuottaruoho (Lobelia dortmanna) ja lahnaruohot (Isoetes spp.) talvehtivat kesäasuina ja kärsivät matalan talvi-veden aikana pakkasvaurioita (Roivainen 1932). Talvehtiminen on vesikasvien eräs tärkeimpiä valintatekijöitä (Sirkka 1949, Luther 1951a: 85) ja säännöstellyssä järvessä sen merkitys korostuu, koska talvisin säännöstelyaltaat yleensä tyhjennetään alarajaansa.

6.5 SOISTUMINEN RANTAVYÖHYKKEESSÄ

Soistumistavat jaetaan: 1. vesistöjen umpeenkasvu, 2. metsämaan soistuminen, 3. primaarinen soistuminen eli veden alta paljastuvan mineraalimaan soistuminen, 4. tulvamaan soistuminen, jonka osuus Suomen soiden synnyssä vähäinen (Suoaapinen 1973, Tolonen 1980). Oulujärven rannoilla tapahtuu primaarista soistumista sekä lahdissa umpeenkasvua lähinnä pohjanmyötäisesti.

Vedestä paljastunut lätäkköinen, usein pintavesien kosteana pitämä vesijättömaa saa aluksi sammalpeitteen ja turpeen muodostus alkaa, pienialaisia primaarisoistumia tapaa Oulujärvellä usein hiekkarannoille syntyneiden matalan veden aikaisten rantavallien suojasta esimerkiksi Koutaniemellä.

Monin paikoin Oulujärven rantakasvillisuudessa on nähtävissä luhtaisuutta. Kasvipeitteessä se kuvastuu meso- tai eutrofisena väli- ja rimpipintalajistona, jossa on runsaasti rantaruohoja. Suomessa luhtaisuuden esiintymistä säätelevät paikalliset olosuhteet, tärkeimpiä luhtaisuuden ilmentäjälajeja ovat useat pajulajit (Salix spp.), kastikat (Calamagrostis spp.), myrkkyykeiso (Cicuta virosa), suohorsma (Epilobium palustre), rantamatara (Galium palustre), jouhivihvilä (Juncus filiformis), luhtakuusio (Pedicularis palustre), suoputki (Peucedanum palustre), kurjenjalka (Potentilla palustre) sekä mm. luhtakuirisammal (Calliergon cordifolium) ja palmusammal (Climacium dendroides) (Eurola & Kaakinen 1980: 34-35). Järven lasku luopaikoin uutta luhta-alaa. Avoluhdilla on usein kenttäkerroksessa yksi tai muutama valtalaji kuten jokin sara tai järvikorte, sammalpeite on aukkoinen (Eurola & Kaakinen 1980:68). Kuvatonlaisia laaja-alaisia luhtia on Oulujärvellä tutkituista alueista:

1. Lehtopuro, luhtainen suursaraneva 2. Sutelan ranta, luhtainen suursaraikko, samoin 5. Pyykkölä (Toukanlammen ranta-alue), 8. Ahvenkaarre, alkava luhtaisuus: vihvilät ja suursarat, 13. Hoikanniemi 1, pienialainen luhtakasvillisuus, samoin 6. Myllylahti, 15. Sokajärvi, Kattilanoja, suursaraikkoa ja 16. Kokonojanlahti, ruohoinen luhta lahden perällä. Myös muiden mataloituneitten lahtien rannoilla ja pohjukoissa on luhtaisuutta (suursaraikkoa). Näillä alueilla soistuminen on laajalle levinnyt ja selvästi havaittava prosessi. Säännöstellä edistää soistumista koska esimerkiksi kevättulva, joka estäisi sammalten kasvua, puuttuu ja alhainen kesäaikainen vesi edistää pensakoitumista ja ruohottumista (vrt. Rassi & Toivonen 1980).

6.6 KILPAILU

Säännöstellyn järven litoraalisissa lajien väliset suhteet eli kilpailu muotoutuvat vedenkorkeusvaihteluiden, lajin primaarisuuden eli sukkessiosarjaan sijoittumisen ja kasvuston laajuuden perusteella sekä kasvullisen lisääntymisen tehokkuuden mukaisesti. Syntyvien vyöhykkeiden selvärajaisuus riippuu kilpailuajan pituudesta ja lajien bioottisesta voimakkuudesta (Hulkkonen 1946: 61-64).

Kirjallisuudessa on käsitelty eliöiden lisääntymisstrategioiden osuutta kilpailutilanteessa, lähtökohtana ns. r-K -strategiat ja niiden muodostama kontinuumi (Mc Arthur & Wilson 1967, Pianka 1970, Gadgill & Solbrig 1972, Grime 1977). Kärjistetysti sanottuna r-strategistit liittyvät sukkession alkuvaiheeseen, jolloin eliöyhteisön tasapaino on häiriintynyt ja uusi sukkessiosarja alkaa kehittyä. Strategiaan liittyy runsas siemenen tuotanto, nopea yksilön kehitys, usein pieni koko ja lyhytikäisyys; r-strategia johtaa siten suureen tuottavuuteen polulaatioissa. K-strategistit tyypillisimmillään taas ovat tasapainoisen yhteisön lajeja ja liittyvät

sukcession pitemmälle ehtineisiin vaiheisiin. K-strategisteille on tyypillistä vähäisempi siementuotanto, ja hidas yksilön kehitys, voimakas kasvullinen lisääntyminen, usein iso koko ja pitkäikäisyys, strategia johtaa populaatiossa tehokkuuteen (Pianka 1970). r-strategistit ovat ns. heikkoja kilpailijoita, K-strategistit vahvoja ja sitkeitä lajeja. Näin yksiselitteisesti ei kasvilajistoa tietenkään voida jakaa, ääristrategioitten välinen vaihettumisalue elintavoissa on luonnollisesti merkittävä, mutta perusjakona sitä voi pitää (vrt. Grime 1977).

During (1979) jaotteli sammalten selviytymisstrategioita sukcession eri vaiheissa, näistä löysi Nilsson (1981) yhtäpitäviä myös säännöstelyaltaan ranta- ja vesikasvien putkilokasvilajeille. Nilsson (1981) totesi r-strategistien selviytyvän parhaiten ja niistä Duringin mukaisesti ns. yksivuotisen edestakaisstrategian = annual shuttle strategy, joka sopii habitaattiin, mikä lyhytikäinen (1-2 vuotta tai vähemmän aikaa), mutta joka ilmaantuu säännöllisesti ainakin alkuperäisen habitaatin lähiympäristöön, on usein vahvasti vuodenaikaisten ympäristövaihteluiden alainen; stressikauden (voimakas yli- tai alivesi) lajit ylittävät siemenasteena; tyypillistä lajistolle syklinen esiintymisvaihtelu. Lajeja, joilla on vastaava elinstrategia on Oulujärven rannoilla myös runsaasti (taulukko 9), syklisistä esiintymisistä esimerkkinä ratamosarpio (Alisma plantago-aquatica) ja ranta-leinikki (Ranunculus reptans), jotka tulvakesänä 1981 olivat vähäisiä, mutta ilmaantuvat varmasti seuraavan matkan veden kesänä taas runsaina.

Pioneerikasvillisuuden elinehdot määräytyvät paljolti rannan fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien mukaan - kilpailu on kolonisaation alkuvaiheessa heikkoa ja puhtaat lajikasvustot tyypillisiä ja kasvullinen lisääntyminen tehokasta. Ilmaversoisten tärkeimmät pioneerilajit ovat järviruoko (Phragmites australis) ja järvikorte (Equisetum fluviatile) (Hinneri 1965: 66), kaksi lisääntymisstrategialtaan toisistaan poikkeavaa lajia. Oulujärvellä säännöstelyn johdosta litoraaliin muodostuu kilpailuttomia alueita kuten vesirajan kasvukautinen vaihteluväli, joilla heikot kilpailijat muodostavat paljastuneille alueille tiheitä, nopeasti leviäviä kasvustoja. Vanhat, korkeamman säännöstelyä edeltäneen vedenkorkeuden aikaiset järviruoko- ja kortekasvustot ovat joillakin rannoilla jääneet reliktinomaisesti kuivan maarannan puolelle ja taantuvat vähitellen (vrt. Aario 1933: 33-59, Jaatinen 1953: 82-83). Järvikorte on kyennyt r-strategistina muodostamaan tehokkaasti sekundäärikasvustoja rannan alempiin osiin, myös järviruoko on hitaasti siirtymässä syvemmälle.

Monet lajit ovat valmiina levittäytymään vedenpinnan laskun paljastamalle kilpailuttomalle alueelle hyvin nopeasti (Nilsson 1978). Niinpä heikot kilpailijat, joilla on nopea kolonisaatiokyky, lisääntyvät säännöstelyllä rannalla selvästi verrattuna luonnontilaiseen kuten ratamosarpio (Alisma plantago-aquatica), hapsiluikka (Eleocharis acicularis), rantavihvilä (Juncus alpinus), rentovihvilä (J. bufonius) ja rantaleinikki (Ranunculus reptans) (taulukko 9), kaikki lajeja, jotka ovat hyvin yleisiä ja runsaita Oulujärven rannoilla. Amfibit lajit (taulukko 8), kuten vihvilat (Juncus spp.), hapsiluikka, rantapuntarpää (Alopecurus aequalis), vesitatar (Polygonum amphibium), ratamosarpio ja rantaleinikki leviävät nopeasti juuri vedenkorkeuden vaihteluvälille (vrt. Nilsson 1981) ja ne mainitaan pioneereinä monissa järvien vedenpinnan laskua käsittelevissä tutkimuksissa (Uotila 1977). Pioneerien valtakausi on lyhytaikainen; jos vedenkorkeus pysyttelee alhaisena, valtaa sen saraikko ja kortteikko ja edelleen heiät sekä pensaikko.

6.7 SUKKESSIOSTA OULUJÄRVEN RANNOILLA

Vedenpinnan laskun paljastamien vesijättömaiden kasvilisuiden kehityksestä on runsaasti tutkimustuloksia, 1800-luvun lopulla matalien järvien rantamaiden otto viljelyyn ja laiduntamiseen oli yleistä. Pitkäaikainen, useita vuosikymmeniä jatkunut sukkessio paljastuneilla ranta-alueilla johtaa vesi- ja rantakasvillisuuden lisääntymiseen ja vähitellen pensakoitumiseen ja metsittymiseen, mikäli ranta-aluetta ei esimerkiksi laidunneta tiiviisti (esim. Pohjola 1933, Pantisar 1933, Jaatinen 1950, Meriläinen & Toivonen 1979). Suomen merkittävimmät kosteikkoalueet ovat usein syntyneet järvenlaskun seurauksena, esimerkiksi Parikkalan Siikalahti ja Forssan Koijärvi (Rassi & Toivonen 1980, Venäläinen 1981).

Säännöstelyn aloittaminen vesistössä tuo aina muutoksia littoraalin eliöstön suhteisiin; jos säännöstelyväli on suuri ja rytmiltään luonnontilaisesta jyrkästi poikkeava, koko eliömaailma tuhoutuu ja alkaa hidas, uusien olosuhteiden mukainen kehityssarja (Nilsson 1981). Suhteellisen vakiintuneen yhteisörakenteen saavuttaminen vie useita vuosikymmeniä ja jos vedenkorkeusvaihtelut ovat suuria kasvukaudesta toiseen, kasvillisuus ei kehity yhtenäiseksi vaan on jatkuvasti laikuttainen ja lajisuhteet alati muuttuvia (vrt. Ekzertsev 1979).

Oulujärven ranta- ja vesikasvullisuus on tietystä vyöhykkeisyydestään huolimatta dynaamisessa ja osin vakiintumattomassa tilassa. Saraikot levittäytyvät korteikkojen alueelle ja heinät ja muut maakasvit puolestaan valtaavat saraikkojen kuivemmat osat (vrt. Hulkkonen 1946, Meriläinen & Toivonen 1979, Rassi & Toivonen 1980). Hinneri (1965) erotti Sääksmäen Saarioisjärven sukkessiotutkimuksessa maatumissarjan, joka vie upos- ja kelluslehtisten vesikasvien valtakauden myötä ensin lujittumis- eli konsolidaatiovaiheeseen, joka on maatumisen ensimmäinen aste, tyypillisinä ilmaversoiset kuten järvikorte ja osmankäämi (*Typha* spp.), jotka maaduttavat kasvualustansa. Sitten seuraa aglomeraatti- eli optimiyhdyskuntien vaihe, jolle on ominaista tuottoisuus ja rehevyys, lajistossa runsaasti kosteikkolajeja kuten ratamosarpio, myrkkyykeiso, rantapalpakko, jonka valtaa vähitellen taantumis- eli regressiovaihe, sekundäärinen korteikko ja laajat sarakasvustot kasaavat limnistä turvetta ja luovat pohjan erilaisille suotyypeille. Tiettyä yhtäläisyyttä kuvattuihin sukkessiovaiheisiin voi todeta myös Oulujärvellä. Osa tutkimusalueista on ohittanut optimiyhdyskuntavaiheen ja maalajiston leviäminen jatkuu vyöhykkeellä, joka ei enää välittömästi ole vedenpinnan normaalivuotisten vaihteluiden piirissä, osoituksena puuvartisten leviäminen pitkälle litoraaliin ja yhtenäisten saravyöhykkeiden syntyminen. Suurelta osin rantakasvillisuus on kuitenkin aglomeraattivaiheessa, jolle on ominaista suuri biomassan tuotanto ja lajiston kahtalaisuus vedenkorkeusvaihteluiden siedossa (vrt. Vaarama 1938, Lillieroth 1950: 233-235). Oulujärvellä suurin biomassan tuotanto tapahtuu suojaisilla, loivilla kasvillisuusrannoilla, joilla järvikorte ja eri saralajit muodostavat yhtenäisiä ja laaja-alaisia tuotantoalueita, eikä hajotustoimiminta ole kyllin tehokasta estääkseen kuolleen aineksen kasaantumista ja kerrostumista.

Limnisen turpeen muodostumiseen ja pajukon etenemiseen vaikuttaa ratkaisevasti tulvan ajoittuminen sekä kullakin kasvukaudella että eri vuosien välillä: sammalen kasvua ehkäisisi tehokkaasti kevättulva, puuttomana kasvillisuus säilyy vain kesäveden piirissä, sillä pajuihin ei kevättulva vaikuta, vaan ne vaatisivat pitkän upoksissa olon kasvukaudella sekä korkean talviveden aikaisen jäätymisen taantuakseen (vrt. Jensén 1979, Rassi & Toivonen 1980, Tuononen et al 1981). Kaikkiaan eulitoraali on hyvin erikoistunut elinympäristö, jossa terrestriset ja amfibit organismit kohtaavat ja jolle on tyypillistä suuri orgaanisen aineksen tuotanto ja kasaantuminen ja jota säätelee merkittävästi vedenkorkeusvaihteluiden rytmi (vrt. Pieczynska 1972).

Mikäli Oulujärven säännöstely jatkuu entisellään, jollain ominaista on kevättulvan puuttuminen, hyvin alhainen kevättalven ja alhainen alkukesän vedenkorkeus sekä maksimikorkeuden sijoittuminen heinä-elokuulle,

rantojen maatuminen ja umpeenkasvu jatkuu. Matalan kesäveden aikana maakasvit kolonisoivat yhä alempia rannan osia, pensaikon eteneminen jatkuu ja suotyyppisarjojen kehittyminen nevaluhdistä kohti korpisarjaa jatkuu (vrt. Kuflinovski 1971). Matalissa lahdissa runsas vesikasvillisuus täyttää vesitilaa hajoamattomalla jätteilään ja luo pohjaa suokasvillisuuden leviämislle. Myös luonnontilaisessa järvessä kehitys johtaa hyvin pitkän ajanjakson kuluessa lisääntyvään tuotantoon ja ravinnepitoisuuksien nousuun, oligotrofisetkin vedet kehittyvät jatkuvan ulkopuolisen epäorgaanisen kuormituksen, mikrobitoiminnan ja ilmasto-olosuhteiden muutosten vaikutuksesta eutrofiseen suuntaan tai happamaan, hitaasti soistuvaan tyyppiin (Wetzel & Allen 1972, Wetzel 1975: 651), mutta muutokset ovat vähäisiä ja usein vuosisataisia verrattuna Oulujärvellä kolmen vuosikymmenen aikana tapahtuneeseen rehevöitymiseen, tuotannon kasvuun ja rantojen umpeenkasvuun.

6.8 RANTOJEN KUNNOSTAMISESTA

Vesistön kunnostamisella tarkoitetaan sen tilan ja käyttökelpoisuuden parantamista tai säilyttämistä suoraan vesistöön kuten veden laatuun, vesikasvillisuuteen, rantojen käyttöön ja rakentamiskelpoisuuteen, veden määrään, syvyys-suhteisiin sekä vedenkorkeuksien vaihteluun kohdistuvilla toimenpiteillä (Komiteamietintö 1977). Kunnostamistoimenpiteet ovat tulleet ajankohtaisiksi rehevöityneissä järvissä, jolloin ongelmana on ollut voimakkaasti lisääntyneen orgaanisen aineksen tuotannon ja hajotustoiminnan aiheuttama hapen puute ja toisaalta vesi- ja rantakasvillisuuden suuri tiheyden ja tuotannon nousu, joka haittaa tuntuvasti rantojen käyttöä. Veden laadun parantamiseen on pyritty jätevesien tehostetulla puhdistuksella ja kuormituksen vähentämisellä, alusveden happikatoa on hoidettu johtamalla alusvettä pois sekä ilmastamalla ja hapettamalla hapenpuutteesta kärsivää vesistöä (Seppänen 1973). Vesikasvillisuuden torjuntaa on kokeiltu sekä fysikaalisin että kemiallisin keinoin, jotka ovat yleisintä, biologista torjuntaa kalliimpia ja kannattamattomampia haittojensa vuoksi (Marstio 1979).

Kasvillisuuden biologista torjuntaa on kokeiltu istuttamalla kasvillisuutta ravintonaan käyttävää ruohokarppia vesistöön (ei menesty Suomessa) sekä poistamalla mekaanisesti vesikasvillisuus niittämällä tai ruoppaamalla.

Oulujärven rannoilla kysymykseen tulee kunnostustoimenpiteenä kasvillisuuden niitto, mutta alueiden laajuuden vuoksi vain paikallisena ratkaisuna sekä vedenpinnan nosto ainakin kasvukaudella. Vedenpinnan nosto umpeenkasvun estämiseksi tuo samoja ongelmia kuin on todettu

tekoaltaissa: rantavyöhyke joutuu veden valtaan ja ravinteiden huuhtoutuminen lisääntyy, mistä on seurauksena rehevöitymiskehitys. Myös turpeen nousu pintaan on vedennoston haittoja, Yleensä pelkkä vedenpinnan nosto ei estä umpeenkasvua vaan lisätoimenpiteenä ennen nostotoimenpiteitä tulisi kasvijäte ja kasvillisuus poistaa veden alle jäävältä alueelta sekä mahdollisesti sorastaa alusta, mikä taas on kustannuksiltaan varsin kallista (Seppänen 1973, Marstio 1979). Myöskään vesikasvillisuuden niitto kunnostustoimenpiteenä ei ole ongelmaton. Ennen niittoa tulisi aina selvittää sen sekä pitkä- että lyhytaikaiset vaikutukset veden laatuun, kasviyhdyskunnan rakenteeseen sekä esimerkiksi kalastoon (Nichols 1974, Salojärvi 1974). Ilmaversoiset sitovat varsin tehokkaasti ravinteita ja niiden niitto aiheuttaa ravinteiden purkautumisen vesistöön sekä juuriston nostaessa vielä niiton jälkeenkin ravinteita sedimentistä huomattavan kuormituksen vesistössä, josta voi olla seurauksena räjähdysmäinen leväkukinta (Tikkanen 1967, Nichols 1974, Nybom 1980).

Mikäli niitto päätetään suorittaa on tarkoin harkittava niittoajankohta ja leikkuusvyvyys. Tehokkainta on suorittaa leikkuu kunkin kasvilajin kukinta-aikaan, jolloin versossa on eniten energiaa ja verso ei uusiudu niiton jälkeen vararavinnon turvin. Leikkuujäte on poistettava vesistöstä, jotteivät ravinteet joudu jäteiden hajotessa veteen (Marstio 1979, Nybom 1980).

Niittokokeiden tulokset vaihtelevat järvikohteisesti kasvilajin ja elomuodon mukaan (Nybom 1980). Parhaimmat tulokset on saavutettu, kun niitto on suoritettu useita kertoja sekä saman kasvukauden aikana että ainakin kahtena kasvukautena peräkkäin. Tehokkain tulos ja heikoin uusiutuvuus saavutettiin ilmaversoiskasvustoissa, heikoiten niitto tehoi kelluslehtisiin vesikasveihin, jotka uusiutuivat jopa tiheämpinä kasvustoina kuin alkuperäinen kasvusto oli ollut. Lisäksi kelluslehtiset tulivat usein niitettyjen ilmaversoisten tilalle (Nybom 1980). Kaikenkaikkiaan niiton hyöty jää lyhytaikaiseksi ilman samanaikaista vedenpinnan nostoa (Mulligan 1969).

Tulevaisuuden tutkimusta ajatellen olisi tärkeää seurata rantavesien laadun muutoksia, kasvillisuusrantojen laajuuden selvittämiseksi ja kasvillisuuden yhteisörakenteen tarkastelu olisi mahdollista käyttäen hyväksi ilmakuvaus (vrt. Vesihallitus 1974, Meriläinen & Toivonen 1979, Kosonen 1981, Venäläinen 1981). Kasvilajistosta olisi mielenkiintoista kar-
toittaa eutrofien sekä pohjaversoisten levinneisyy-
s

järven eri osissa sekä kasvillisuuden alaraja ja eroosio- ja sedimentaatiotorajan sijoittuminen. Matalien luotojen kasvillisuudesta voisi tehdä päätelmiä sukkessiosta ja esimerkiksi jääeroosion vaikutuksista vaihtelevien vedenkorkeuksien aikana. Kasvillisuuden pitempiaikainen seuranta toisi tietoja kasvukautisten vedenkorkeusvaihteluiden lyhytaikaisista vaikutuksista, myös tuotantoekologiset mittaukset ranta-alueitten kasvillisuudessa sekä soistumistapahtuman eteneminen vaativat seurannanluonteisia selvityksiä.

Mahdollisuudet säännöstelyrytmin muutoksiin tulisi tutkia: keväisen vedenpinnanlaskun rajoittaminen ja sen ajoittaminen nykyistä lyhyemmälle ajanjaksolle, jotta vesi nousisi ennen kasvukauden alkua rantakasvillisuuteen, estäisi soistumista ja sammaloitumista. Myös syksyisin rantakasvillisuuden jäätyminen pohjaa myöten hillitsisi kasvillisuuden leviämistä.

7. Y H T E E N V E T O

Oulujärvi on kooltansa Suomen viidenneksi suurin luonnollinen järviallas, kesäkeskiveden aikaan pinta-ala on 928 km². Oulujärvelle ovat ominaisia avoimet selät ja matalat rannat. Järvi on Oulujoen vesistöalueen keskusalalla ja sitä on säännöstelty voimatalouden tarpeisiin vuodesta 1951; säännöstely on negatiivista eli vedenpinnan korkeutta on laskettu luonnontilaisesta keskialivedestä lähes metri ja keskiyliveden ja keski-veden korkeudesta noin puoli metriä. Vuotuinen amplitudi on 2,70 metriä vaihdellen korkeudella 120,50 - 123,20 NN+. Säännöstelyrytmin mukaisesti on vedenpinta alimmillaan keväällä, jolloin järvi tyhjennetään säännöstelyluvan mukaiseen alarajaan, tulvahuippuja on tasattu, varsinainen kevättulva puuttuu ja vedenkorkeuden maksimi sijoittuu myöhäiseen kesä-heinäkuulle, usein vasta elokuun alkuun.

Tutkimusalueiksi valittiin Oulujärven loivia rantoja ja matalia suojaisia lahtia kaikkiaan 22 kpl, joilla kasvillisuuden eteneminen on säännöstelyn aikana ollut selvimmän havaittava. Kasvillisuuskartoitus suoritettiin maastossa linjaprofiilein ja näytealakuvauksin keskittyen kasvillisuuden vyöhykkeisyyteen ja valtalajeihin. Rantavesien laatua selvitettiin vesianalyysien. Tutkimusaineisto kerättiin heinä-syyskuussa 1980 ja kesä-elokuussa 1981.

Oulujärvellä rantaa ja sen kasvillisuutta muovaavat ennenkaikkea järven suuri koko eli tuulten vaikutus on merkittävä sekä eroosio- ja ekspositio-olosuhteet; kasvillisuuden muotoutumiseen vaikuttavat vedenkorkeusvaihtelut ja vedenpinnan yleinen lasku ja siitä seuraava rannan yläosien maatumisen; vedenkorkeusvaihtelut eri kasvukausien välillä sekä vuotuinen amplitudi

ja säännöstelyrytmi. Vedenpinnan lasku on siirtänyt eroosio- ja sedimentaatiorajaa alemmas litoraaliin, rantaprosessit ovat heikkoja ja kasvillisuus valtaa vähänkin suojaiset matalat rannat kokonaisuudessaan.

Vedenpinnan yleinen lasku on Oulujärvellä lisännyt matalan paljaan rannan osuutta, matalan kesäveden aikana on muodostunut laajoja saraikko- ja korteikko-alueita ja vedenkorkeusvaihteluista sietävät ja niistä hyötyvät kasvilajit ovat levinneet rannoille tehokkaasti. Tiettyä vyöhykkeisyyttä ja vakiintuneisuutta kasvillisuudessa on nähtävissä rantojen yläosassa, kesän 1981 kaltainen tulvakausi mursi vyöhykkeisyyttä: saraikot ja korteikot taantuivat korkean veden vaikutuksesta ja vesikasveja kellus- ja uposlehtiset lisääntyivät ja laajensivat levinneisyyttään. Alueelliset erot järven eri osien välillä heijastuivat tuotannon suuruudessa ja eri lajiendominanssisuhteissa, kaikkiaan eutrofiaa suosivat lajit ovat lisääntyneet ja pohjaversoiset taantuneet viime vuosikymmeninä syynä rehevöityminen ja pohjan sekä veden laadun muutokset ja matalan talvi-veden aikaisen jäätymisen ja jääeroosien vaikutukset.

Tulvakesän 1981 rantavesien humuspitoisuus nousi ja veden väri oli huomattavan ruskea kasvillisuusrannoilla, pH laski ja kemiallinen hapenkulutus nousi, perustuotantokyky eli nettoassimilaatio in vitro vaihteli $300-500 \text{ mg C/m}^3/\text{d}$ ja oli maksimissaan yli $1\,000 \text{ mg ass.C/m}^3/\text{d}$ eli rantavedet olivat selvästi rehevöityneitä.

Rantavyöhykkeellä tavataan primaarista soistumista ja lahdissa pohjanmyötäistä umpeenkasvua. Luhtaaisuutta esiintyy useimmilla tutkimusalueilla. Säännöstely edistää soistumistahtumaa: Kevättulva ehkäisisi sammalten kasvua ja korkeampi kesävedenkorkeus kasvukaudesta toiseen estäisi pensakoitumista ja taantuttaisi pajukkoa, yhden kesän korkea vesi ei juuri vaikuta pajulajien menestymiseen.

Veden alta paljastuneille alueille leviävät nopeasti lisääntyvät r-strategistit, jotka ovat heikkoja kilpailijoita, mutta sietävät vedenkorkeusvaihteluiden aiheuttamaa epävakaisuutta elinympäristössään ja ovat nopeasti uusiutuvia. Säännöstelyn aiheuttama uusi tilanne ja sukkession eteneminen vie useita vuosikymmeniä vakiinnuttaakseen kasvillisuusyhteisöjen rakenteen, vedenkorkeuden vaihteluvälillä tilanne säilyy epävakaisena.

Suojaisilla, loivilla Oulujärven rannoilla tapahtuu suurin biomassan tuotanto ja hajoamattoman kasviaineksen kerrostuminen limniseksi turpeeksi, mikäli säännöstely jatkuu entisenlaisena usein toistuvine matalan veden kesineen rantojen maatumisen ja pensakoituminen jatkuu, soistuminen etenee ja lahtien umpeenkasvu on väistämätöntä. Kunnostustoimenpiteenä lähinnä yksityisiä rantaosuuksia ajatellen voisi toistuva ilmaversoisten niitto tulla kysymykseen, ollakseen tehokas ja vaikutukseltaan pysyvämpi vedenkorkeutta tulisi nostaa ennenkaikkea kasvukaudella.

Säännöstelyrytmin muutosmahdollisuudet tulisi tutkia, ennenkaikkea keväisen matalan veden kausi ulottuu liian pitkälle kasvukauteen, varhaisempi tulvahuippu estäisi sammaloitumista ja soistumista. Myös veden jäätyminen rantavyöhykkeelle pohjaa myöten hillitsisi kasvillisuuden levittäytymistä.

K I R J A L L I S U U S:

- Aario, L. 1933: Vegetation und postglaziale Geschichte des Nurmijärvi-Sees. - Ann. Bot. Soc. Vanamo 3 (2): 1-132
- Andersson, L. 1971: Den littorala vegetationen vid sjön Mjörn i västra västergötland. - Svensk Bot. Tidskr. 65: 323-350
- Andersson, L. 1973: Vegetationzoner och vattenståndsvariation vid sjön Mjörn. - Svensk Bot. Tidskr. 67: 201-207
- Asikainen, H. 1971: Rantainventointi. Kainuun seutukaavan runko. - Kainuun Seutukaavaliiton julkaisu 12 (2). 12 s.
- Bernatovicz, S. & Zachwieja, J. 1966: Types of littoral found in lakes of Mazurian and Suwalki Lakelands. - Ekol. Polska A 14: 519-545
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensociologie. 3 aufl. - 865 s. Wien
- Brenner, W. 1899: Observationer rörande den nordfinska floran under adertoende och nittonde seklen, särskild med afseende å kärlväxterna i Öster-Norrbottnen, Nord-Österbottnen och Kajanien. - Acta Soc. Fauna Flora Fennica 16 (4): 1-307
- Du Rietz, G. E. 1930: Algbälten och vattenståndsväxlingar vid svenska Östersjökusten. - Bot. Not. 1930: 421-432. Lund
- Du Rietz, G. E., Hannerz, A.G., Lohammar, F., Santesson, R. & Waern, M. 1939: Zur Kenntnis der Vegetation des Sees Tåkern. - Acta Phytogeogr. Suecica 12: 1-65
- During, H.J. 1979: Life strategies of bryophytes: a preliminary review. - Lindbergia 5: 2-18
- Ekzertsev, A. 1979: The higher aquatic vegetation of the Volga. - Monogr. biol. 33: 271-294. Junk. Publ. Hague
- Erkomaa, K. & Mäkinen, I. 1975: Vesihallinnon vesitutkimuksissaan käyttämät analyysimenetelmät. - Vesihallituksen tiedotuksia 85: 1-41
- Eurola, S. 1965: Beobachtungen über die Flora und Vegetation am südlichen Ufersaum des Saimaa-Sees in Südostfinnland. - Aquilo Ser. Bot. 2: 1-56
- Eurola, S. & Kaakinen, E. 1980: Soiden kasvipeite. - In: Suomen Luonto 3: Suot. ss. 25-82. Kirjayhtymä. Helsinki

- Forsberg, C. 1964: The vegetation changes in Lake Tåkern.
- Svensk Bot. Tidskr. 58: 44-54
- Gadgill, M. & Solbrig, O. T. 1972: The concept of r- and K-selection evidence from wild flowers and some theoretical considerations. - American Natur. 106 (947): 14-31
- Gill, C. J. 1970: The flooding tolerance of woody species - a review. - For. Abstr. 31
- Granberg, K. 1973: The eutrophication and pollution of lake Päijänne, Central Finland. - Ann. Bot. Fennici 10: 267-308
- Granberg, K. & Hakkari, L. 1980: Säännöstelyn vaikutuksista eräiden Kainuun järvien limnologiaan. - Vesihallituksen tiedotuksia 187: 1-95
- Grime, J.P. 1977: Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. - American Natur. 111 (982): 1169-1194
- Hallanaro, E-L. 1979: Oulujärven kuormitus ja veden laatu 1960- ja 1970-luvulla. - Pro gradu-tutkielma, 80 s. Helsingin yliopisto. Limnologian laitos
- Hejny, S. 1957: Ein Betrag zur ökologischen Gliederung der Makrophyten der tschechoslowakischen Niederungswässer. - Preslia 29: 349-369
- Hejny, S. 1971: The dynamic characteristic of littoral vegetation with respect to changes of water level. - Hidrobiol. 12: 71-86
- Hinneri, S. 1965: Tutkimuksia Sääksmäen Saarioisjärven umpeenkasvusta. - Luonnon Tutkija 69: 64-73
- Hulkkonen, O. 1946: Kasvilajien keskinäisistä suhteista sekä tämän vaikutuksesta kasvillisuuden muodostumiseen eräissä Laatokan maatuvisissa lahdekkeissa. - Ann. Bot. Soc. Vanamo (21 (4): 1-76
- Hutchinson, G. E. 1967: A treatise of limnology. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. -1115 s. Wiley. New York
- Hutchinson, G. E. 1975: A treatise of limnology. III. Limnological botany. - 660 s. Wiley. New York.
- Hytteborn, H. 1977: Vatten- och vegetationsregleringsförsök i en del av V. Kvismaren, Närke. - Medd. växtbiol. inst. Uppsala 10: 1-33
- Häikiö, I. 1967: Oulujärven Manamansalon rannoista. -Pro gradu. Oulun yliopisto. Maantieteen laitos. (ei nähty, sit. Keränen 1980)

- Hämet-Ahti, L., Jalas, J. & Ulvinen, T. 1981: Suomen alkupe-
räiset ja vakiintuneet putkilokasvit. 3 p.
- Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen
monisteita 71: 1-112
- Häyrén, E. 1954: Wasser- und Uferpflanzen aus dem Päijänne-
Gebiet. - Acta Bot. Fennica 53: 1-42
- Ilmatieteen laitos, 1980: Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon.
Touko-syyskuu 1980, taulukot
- Ilmatieteen laitos, 1981: Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon.
Touko-lokakuu 1981, taulukot
- Jaatinen, S. 1950: Bidrag till kännedomen om de ölandska
sjöarnas strandvegetation. - Acta Bot.
Fennica 45: 1-354
- Jensén, E. W. 1979: Successions in relationship to lagoon
development in the Laitaure delta, North
Sweden. - Acta Phytogeogr. Suecica 66: 1-123
- Jensén, S. 1978: Sjövegetationstyper i Norden. - In: Nordiska
Ministerrådet: Representativa naturtyper och
hotade biotyper i Norden 6: 1-50
- Juola, M. 1975: Eräiden Kainuun järvien säännöstelystä ja
sen aiheuttamista muutoksista litoraalin kas-
villisuudessa ja pohjaeläimistössä. - Ympä-
ristö ja terveys 6: 276-283
- Järnefelt, H. 1951: Säännöstelyn vaikutus Oulujärven limno-
logiaan ja erikoisesti sen kalastoon. -
Lausunto. 13 s. Kainuun vesipiirin vesitoi-
misto
- Järnefelt, H. 1956: Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands
- Ann. Zool. Soc. Vanamo 17 (1): 1-201
- Kaakinen, E. 1972: Studies on herb-rich forest vegetation
in southern Kainuu, northern Finland. -
Aquila Ser. bot. 11: 23-42
- Kaaret, P. 1953: Wasservegetation der Seen Örlängen und
Trehörningen. - Acta Phytogeogr. Suecica 32:
1-50
- Kalela, A. 1952: Kainuun alueen metsätyypeistä. - Comm.
Inst. Quaest. Forest. Fenniae 40: 1-17
- Kalliola, R. 1973: Suomen kasvimaantiede.-308 s. WSOY.
Porvoo

- Keränen, R. 1980: Säännöstelyn vaikutuksista Oulujärven rantoihin. - Nordia tiedonantoja 5: 1-55
- Komiteanmietintö 1977:45 : Vesistöjen kunnostamistyöryhmän mietintö
- Koponen, T. 1980: Lehtisammalten määrittäysopas. - Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 62: 1-117
- Kosonen, L. 1981: Loppijärven kasvillisuuskartoitus. - Kokemäen vesistön vesiensuojeluyhdistys r.y. julk. 123: 1-11
- Kuflinowski, T. 1971: The overgrowing of the dam reservoir of Goczalkowice in the years 1967-1969. Acta hydrobiol. 10. Krakow
- Kujala, V. 1921: Havaintoja Kuusamon ja sen eteläpuolisten kuusimetsäalueiden metsä- ja suotyypeistä. Comm. Inst. Quaest. Forest. Fenniae 4: 1-65
- Kujala, V. 1936: Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välistä kasvillisuusrajasta. - Comm. Inst. Quaest Forest. Fenniae 22 (4): 1-95
- Kurimo, U. 1970: Effekt of pollution on the aquatic macroflora in the Varkaus area, Finnish Lake District. - Ann. Bot. Fennici 7: 213-254
- Kurimo, U. 1975: Vesikasvit kertovat vesien tilasta. - Suomen Luonto 5: 268-272
- Kyyhkynen, O. 1917: Hedelmällisen maaperän kasveja Sotkamossa. - Meddel. Soc. Fauna Flora Fennica 43: 50-62
- Kyyhkynen, O. 1919: Suomussalmen kasvio. - Acta Soc. Fauna Flora Fennica 46: 1-140
- Kyyhkynen, O. 1920: Huomattavimpia putkilokasvi- ja sammal löytöjä Kajaanin alueelta ja Pohjois-Savosta 1916-1918. - Meddel. Soc. Fauna Flora Fennica 45: 154-165
- Kyyhkynen, O. 1921: Kajaanin kasvustoalueen rajoista ja jaoituksesta. - Acta Soc. Fauna Flora Fennica 49 (6): 1-26
- Leiviskä, I. 1913: Über den See Oulujärvi und seine Uferformen. - Suomen Tiedeakatemian toimituksia A III 12: 1-107
- Lehmusluoto, P. 1969: Perustuotantotutkimus vesien rehevöitymisen arvioinnissa. - Limnologisymposion 1968:28-33
- Lid, J. 1979: Norsk och svensk flora. - 2. painos. 808 s. Det norske samlaget. Oslo

- Lillieroth, S. 1950: Über Folgen kulturbedingten Wasserstandsenkungen für Macrophyten-und Planktongemeinschaften in seichten Seen der sudschwedischen Oligotrophiegebietes. - *Acta Limnol.* 3: 5-288
- Linnilä, P. 1971: Havaintoja Oulujärven Paltaselän termisestä kerrostuneisuudesta ja sen merkityksestä kesällä 1965. *Limnologian laudaturtyö.* 98 s. Helsingin yliopisto. *Limnologian laitos*
- Linkola, K. 1932: Alueellista lajitilastoa vesiemme putkilokasveista. - *Luonnon Ystävä* 36: 86-101
- Linkola, K. 1933: Regionale Artenstatistik der Süßwasserflora Finnlands. - *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 3 (5): 3-13
- Lohammar, G. 1949: Über die Veränderungen der Naturverhältnisse gesenkter Seen. - *Verh. int. Ver. theor. angew. Limnol.* 10: 266-274
- Lohammer, G. 1965: The vegetation of Swedish lakes.- *Acta Phytogeogr. Suecica* 50: 28-48
- Lundqvist, J. & Wistrand, G. 1976: Strandflora inom övre och mellersta Skellefteälvens vattensystem. - *Växtekol. stud.* 9: 1-175
- Luther, H. 1951a: Verbreitung und Ökologien der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Süd-Finnland. I Allgemeiner Teil. - *Acta Bot. Fennica* 49: 1-232
- Luther, H. 1951b: II Spezieller Teil. - *Acta Bot. Fennica* 50: 1-370
- Mc Arthur, R. H. & Wilson, E.O. 1967: The theory of island biogeography. - 203 s. Univ. Press. Princeton
- Maristo, L. 1941: Die Seetypen Finnlands auf floristischer und vegetations physionomischer Grundlage. *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 15 (5): 1-314
- Marstio, E. 1979: Järvien kunnostaminen vesisyvyyttä lisäämällä. - *Diplomityö.* 114 s. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto, vesitekniikka
- Meriläinen, J. & Toivonen, H. 1979: Lake Keskimmäinen, dynamics of vegetation in a small shallow lake. - *Ann. Bot. Fennici* 16: 123-139

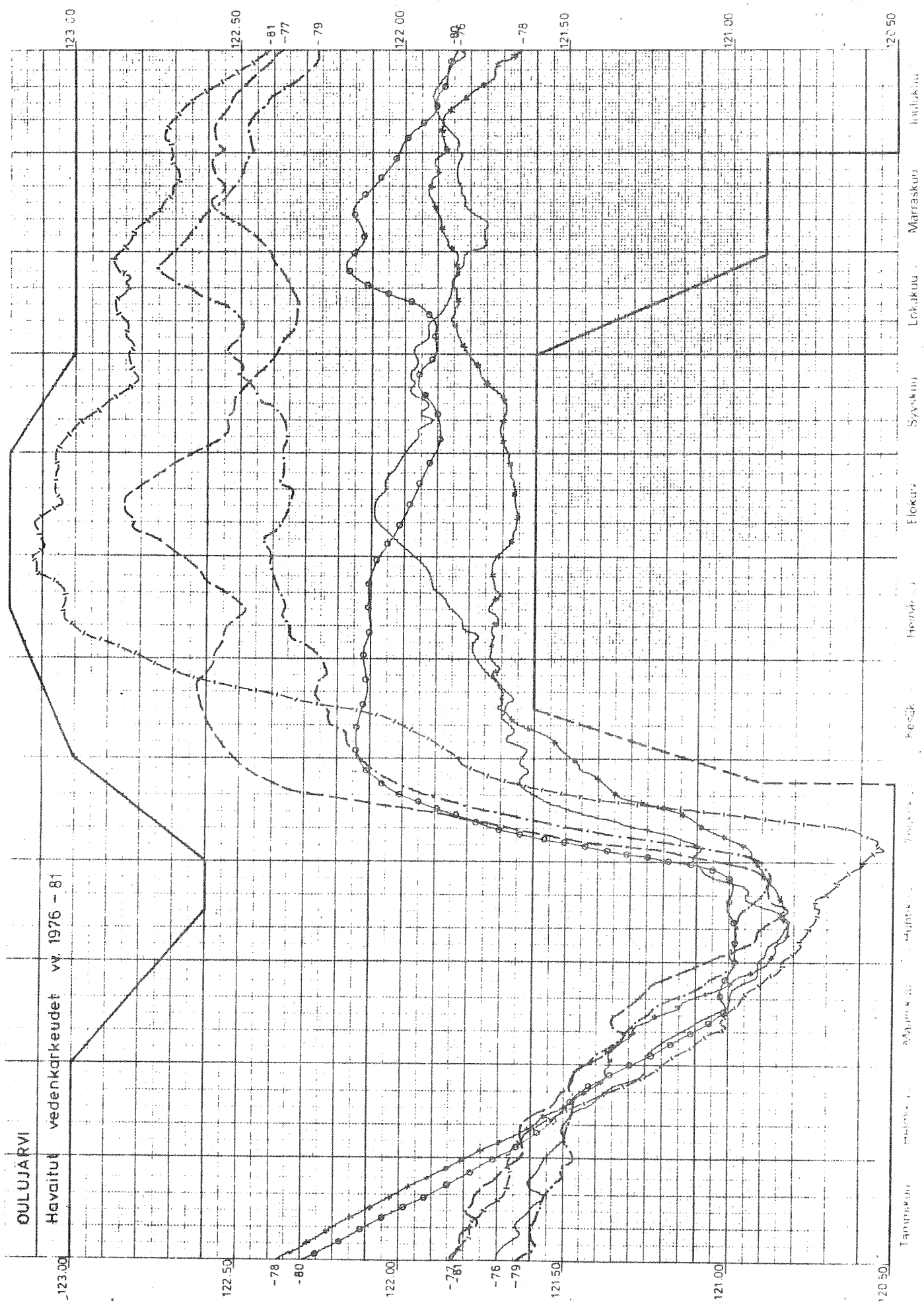
- Mikkola, A. V. V. 1937: Sotkamonlehdoista. - Jouko III.
(ei nähty, sit. Kalela 1952)
- Mulligan, H. F. 1969: Management of aquatic vascular plants and algae. - In: Eutrophication: Causes, Consequences, Correctives ss. 464-482. Nat. Acad. Science. Washington
- Mäkirinta, U. 1976: Vedenpinnan tulevan säännöstelyn vaikutus Perhonjoen järviryhmän vesikasvillisuuteen - ennuste nykytilanteen pohjalta. - Vesihallituksen tiedotuksia 115: 1-99
- Mäkirinta, U. 1978: Die Pflanzensosiologische Gliederung der Wasservegetation im See Kukkia, Südfinnland. - Acta Univ. Ouluensis. Ser. A 75 Biol. 5: 1-157
- Nichols, S. K. 1974: Mechanical and habitant manipulation for aquatic plant management. A review of technics. Technical bulletin 77. Department of Natural Resources. Wisconsin
- Nicklasson, A. 1979: Konsekvenser ur naturvårdssynpunkt av vattenståndförändringar i oligotrofia sydsvenska sjöar. SNV Rapport 1185: 1-123
- Nilsson, C. 1978: Survival ecology of the vegetation on the shores of a regulated reservoir in N Sweden. Svensk Bot. Tidskr. 72: 227-240
- Nilsson, C. 1981, Dynamics of the shore vegetation of a North Swedish hydro-electric reservoir during a 5-year period. - Acta Phytogeogr. Suecica 69: 1-94
- Nybom, C. 1980: Vesikasvien niiton koitoiminta vesihallinnossa. Vesihallituksen tiedotuksia 196: 1-48
- Ozimek, T. 1978: Effect of municipal sewage on the submerged macrophytes of a lake littoral. - Ekol. Polska 26 (1): 3-39
- Pantsar, L. 1933: Äyräpäänjärven vesikasvilajien ekologiaa. - Ann. Bot. Zool. Fenn. Vanamo 3 (4): 1-131
- Partanen, H. 1980: Oulujärven kalataloustutkimusta palvelevaa kirjallisuutta. - In: Oulujärven kalataloustutkimusprojekti. Esitutkimus. ss. 51-67
- Peura, P. 1981: Vuojärven tila vuonna 1979, kunnostuksen tarve ja mahdollisuudet. - Pro gradu-tutkielma. 77 s. Jyväskylän yliopisto. Hydrobiologian osasto
- Pianka, E. R. 1970: On r- and K-selection. - American Natur. 104: 592-597

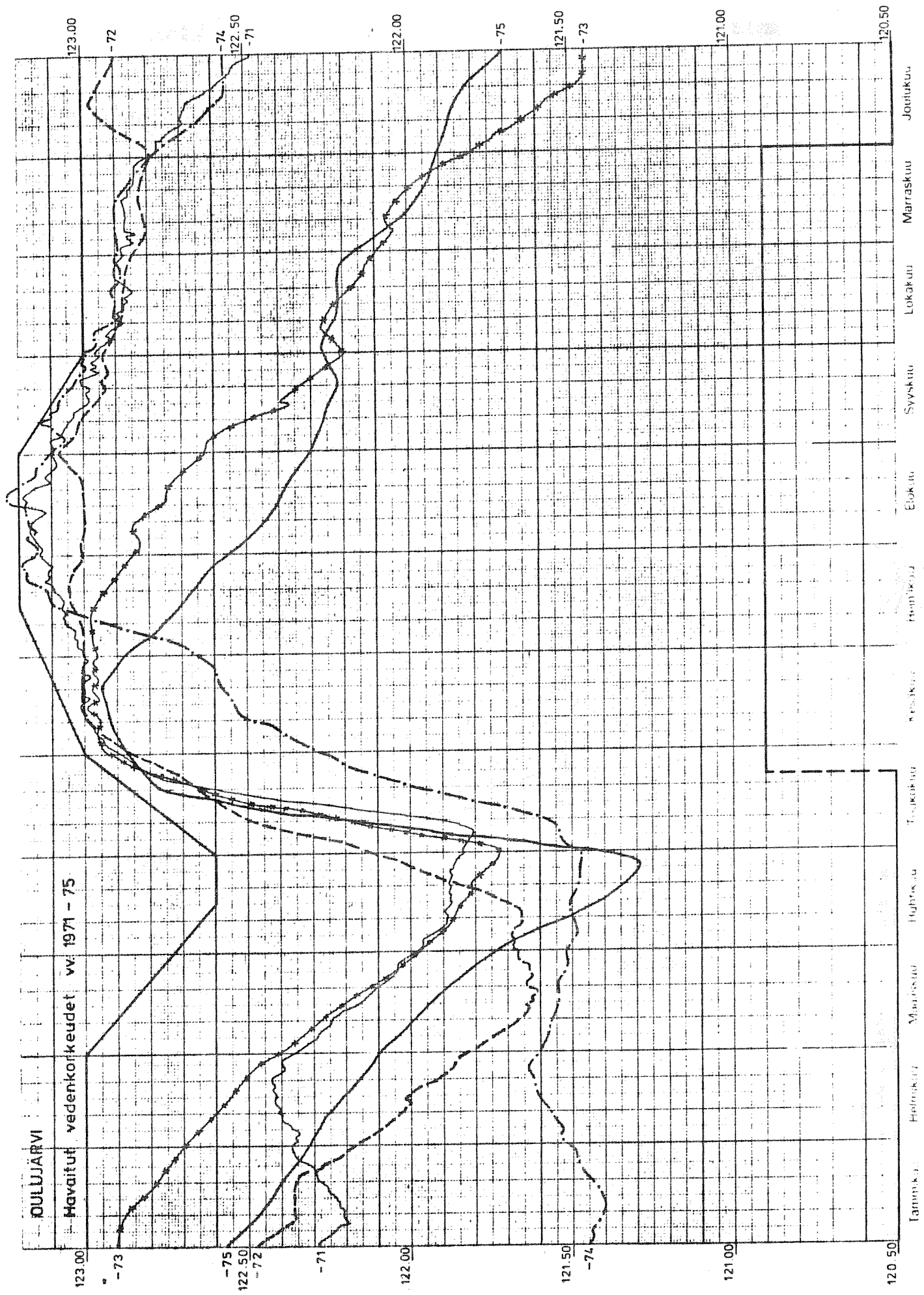
- Pieczynska, E. 1972: Ecology of the eulittoral zone of lakes.
- *Ekol. Polska* 22 (44): 637-732
- Pohjola, L. 1933: Äyräpäänjärven vesikasvillisuudesta.
- *Ann. Bot. Zool. Fenn. Vanamo* 3 (3): 1-114
- Quennerstedt, N. 1958a: Effekt of water level fluctuation on lake vegetation. - *Verh. int. Ver. Limnol.* 13: 901-906
- Quennerstedt, N. 1958b: Vattenvegetation och sjöregleringar.
- *Sveriges Naturs Årsbok* 1958
- Rassi, P. & Toivonen, H. 1980: Koijärven kasvillisuus ja linnusto. - In: *Komiteanmietintö 1980:56: Koi-järvitoimikunnan mietintö ss. 4-83*
- Rautava, E. 1972: Amphiphytic and aquatic moss vegetation in the rivers Vaskojoki and Kettujoki in Finnish Lapland. - *Rep. Kevo Subarctic Res. Stat.* 9: 78-81
- Reuna, M. 1977: Vedenkorkeuden kymmenvuotiskeskisarvoja ja -ääriarvoja. - *Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja* 21: 1-123
- Rintanen, T. 1976: Lake studies in eastern Finnish Lapland I Aquatic Flora: Phanerograms and Charales.
- *Ann. Bot. Fennici* 13: 137-148
- Rintanen, T., Ulvinen, T. & Karlström, P. 1978: Lapin vesien kasvimaailma. - *Acta Lapponica Fenniae* 10: 56-63
- Roivainen, H. 1932: Suomen vesikasvien talvehtimisesta.
- *Luonnon Ystävä* 36: 171-181
- Salojärvi, K. 1974: Järvien kunnostus kalaston ja kalatalouden edistämiseksi. - In *Vesipäivät 8. - 9.5. 1974: Järvien kunnostus ss. 92-109. Vesi-yhdistys ry.*
- Samuelsson, G. 1925: Untersuchungen über die höhere Wasserflora von Dalerne. - *Svensk Växtsociol. Sällsk. Handl.* 9: 1-31
- Schindler, D. 1974: Eutrophication and recovery in experimental lakes. - *Science* 184: 897-899
- Seddon, B. 1972: Aquatic macrophytes as limnological indicator. - *Freshwater Biology* 2: 107-130

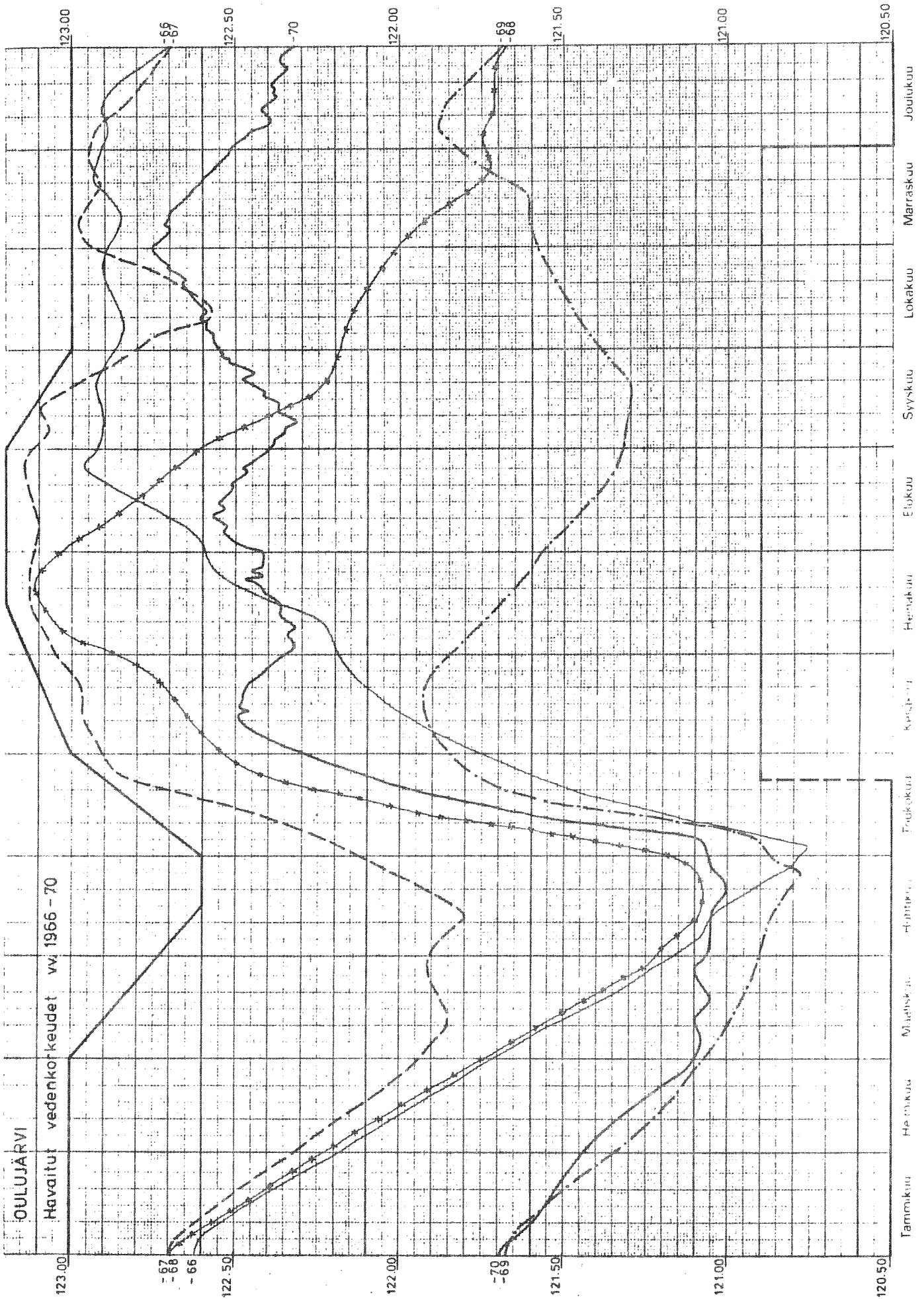
- Segal, S. 1971: Principles of structure, zonation and succession of aquatic macrophytes. - *Hidrobiol.* 12: 89-95
- Seppälä, M. 1981: Oulujärven ympäristön maaperä. Kartta ja selitykset. - Moniste. Oulun yliopisto. Geologian laitos
- Seppänen, P. 1973: Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet ja toteuttamismahdollisuudet. - *Vesihallituksen julkaisuja* 3: 1-174
- Sirkka, P. 1949: Keiteleen vesikasvien ekologiaa. - *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 23 (2): 1-42
- Sjörs, H. & Nilsson, C. 1976: Vattenbyggnadens effekter på levande natur. - *Växtekol. stud.* 8: 1-120
- Suoaapinen 1973: Luonnonsuojelujulkaisuja A 2. Luontoliitto. Suomen Luonnonsuojeluliitto. 69 s.
- Suominen, J. 1968: Changes in the aquatic macroflora of the polluted Lake Rautavesi, SW Finland. - *Ann. Bot. Fennici* 5: 65-81
- Tikkanen, T. 1967: Litoraalin kasvillisuus käytännön vesistötutkimuksen apuna. *Limnologisymposion* 1966: 104-111
- Toivonen, H. 1977: Botaaniset järvityypit. - Seminaariesitelmä. 12 s. Helsingin yliopisto. Kasvitieteen laitos
- Toivonen, H. 1979a: Runsaskasvustoisen järven syntyyn vaikuttavat tekijät ja eutrofiaa ilmentävät kasvilajit ja kasvustot. - *Alustus vesihallituksen koulutuspäivillä* 4. - 6.9.1979
- Toivonen, H. 1979b: Botaaniset järvityypit, täydennys. - Moniste. 6 s
- Toivonen, H. 1981: Sisävesien suurkasvillisuus. - In: *Suomen Luonto* 4: Vedet. ss. 179-208. Kirjayhtymä. Helsinki
- Toivonen, H. & Ranta, P. 1976: Tampereen Iidesveden vesikasvustosta ja sen muutoksista. - *Luonnon Tuckija* 80: 129-138
- Tolonen, K. 1980: Soistumistavat. - In: *Suomen Luonto* 3: Suot. ss. 7-12. Kirjayhtymä. Helsinki
- Tuononen, E., Vähäsöyrinki, E. & Österlund, P. 1981: Vedenkorkeusvaihteluiden vaikutus rantamaiden viljelyyn ja puustoon. - *Vesihallituksen tiedotuksia* 206: 1-125
- Uotila, P. 1971: Distribution and ecological features of hydrophytes in the polluted Lake Vanajavesi, S Finland. - *Ann. Bot. Fennici* 8: 257-295

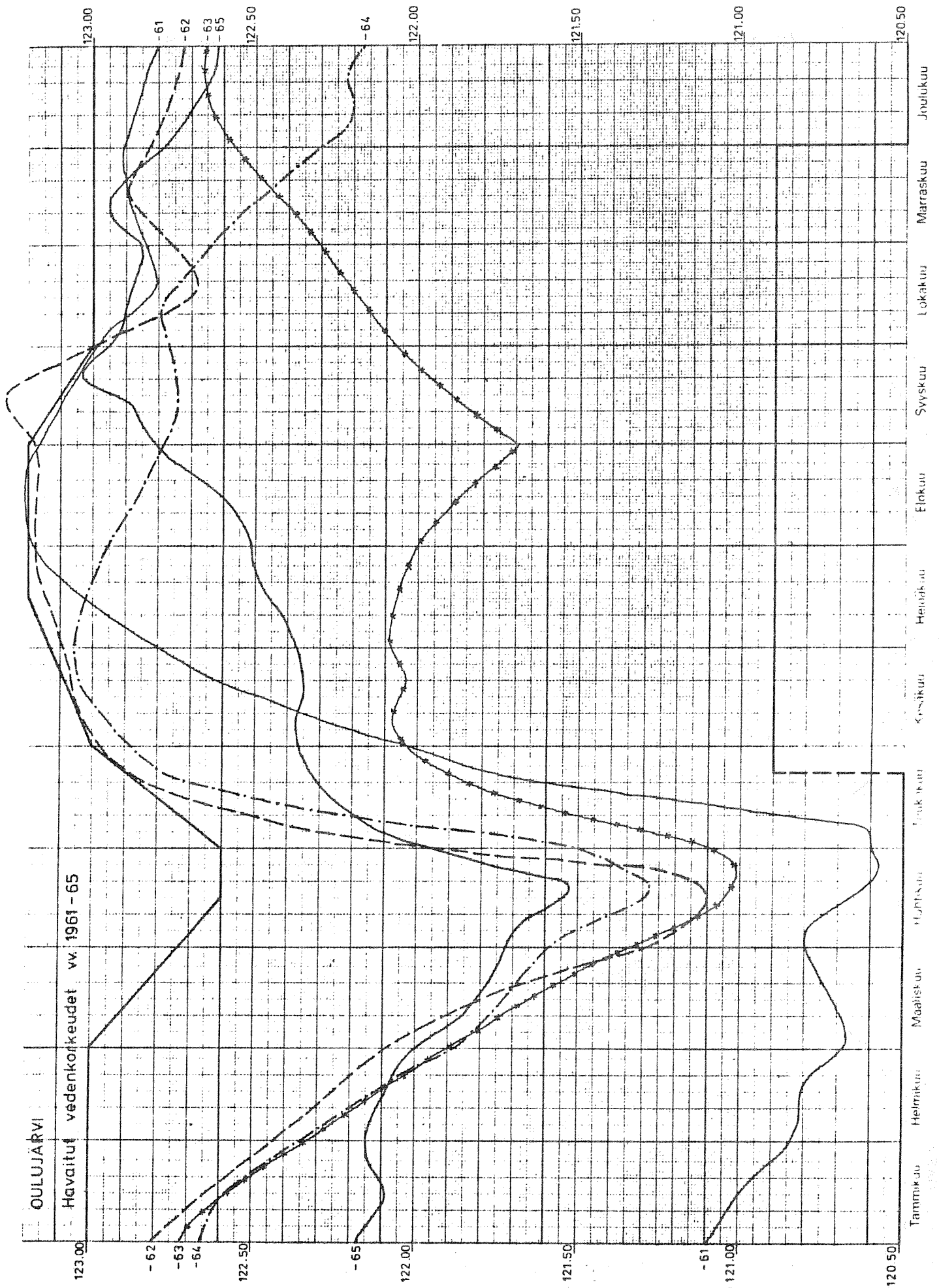
- Uotila, P. 1977: Vesien säännöstely ja rantakasvit. - Suomen Luonto 3: 222-223
- Uotila, P. 1979: Vesien putkilokasvit. 2.painos. - Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 55: 1-82
- Vaarama, A. 1938: Wasservegetationsstudien am Grossee Kallavesi. - Ann. Bot. Soc. Vanamo 14 (1): 1-314
- Vaarama, A. 1961: Lake Finland and its Lake types. - Arch. Soc. Vanamo 16 (suppl.): 33-38
- Wassén, G. 1966: Gardiken. Vegetation und Flora eines lappländischen Seeufers. - K. Svenska Vetensk. Akad. Avh. 22: 1-
- Venäläinen, J: 1981: Parikkalan Siikalahden kasvillisuuden kartoitus ilmakuviin perusteella. - Luonnon Tutkija 4: 155-160
- Vesihallitus, 1974: Ilmakuviin käyttömahdollisuuksista vesien suojelun ja vesien virkistyskäytön suunnittelussa. - Vesihallituksen tiedotuksia 62: 1-62
- Vesihallitus, 1977: Oulujoen vesistön vesien käytön kokonais-suunnitelma. I Suunnittelualue ja vesivarat. - Vesihallituksen tiedotuksia 125: 1-102
- Vesihallitus, 1980a: Hydrologinen vuosikirja 1976-1977. - Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 35: 1-193
- Vesihallitus, 1980b: Hydrologinen kuukausitiedote 5-10. - Vesientutkimuslaitos. Hydrologian toimisto
- Vesihallitus, 1981: Hydrologinen kuukausitiedote 5-10. Vesientutkimuslaitos. Hydrologian toimisto
- Vogt, H. 1978: An ecological and environmental survey of the humic man-made lakes in Finland. - Aqua Fennica 8: 12-24
- Wetzel, R.G. & Allen, R.A. 1972: Functions and interactions of dissolved organic matter and the littoral zone in lake metabolism and eutrophication. - In: Kajak, Z. & Hillbricht-Ilkowska, A. (eds.): Productivity problems of freshwaters. ss. 333-347. Polish Scientific Publishers. Warsaw.
- Wetzel, R. G. 1975: Limnology. - 745 s. Saunders. Philadelphia
- Whittaker, R. H. 1978: Classification of plant communities. - 408 s. Junk Publ.

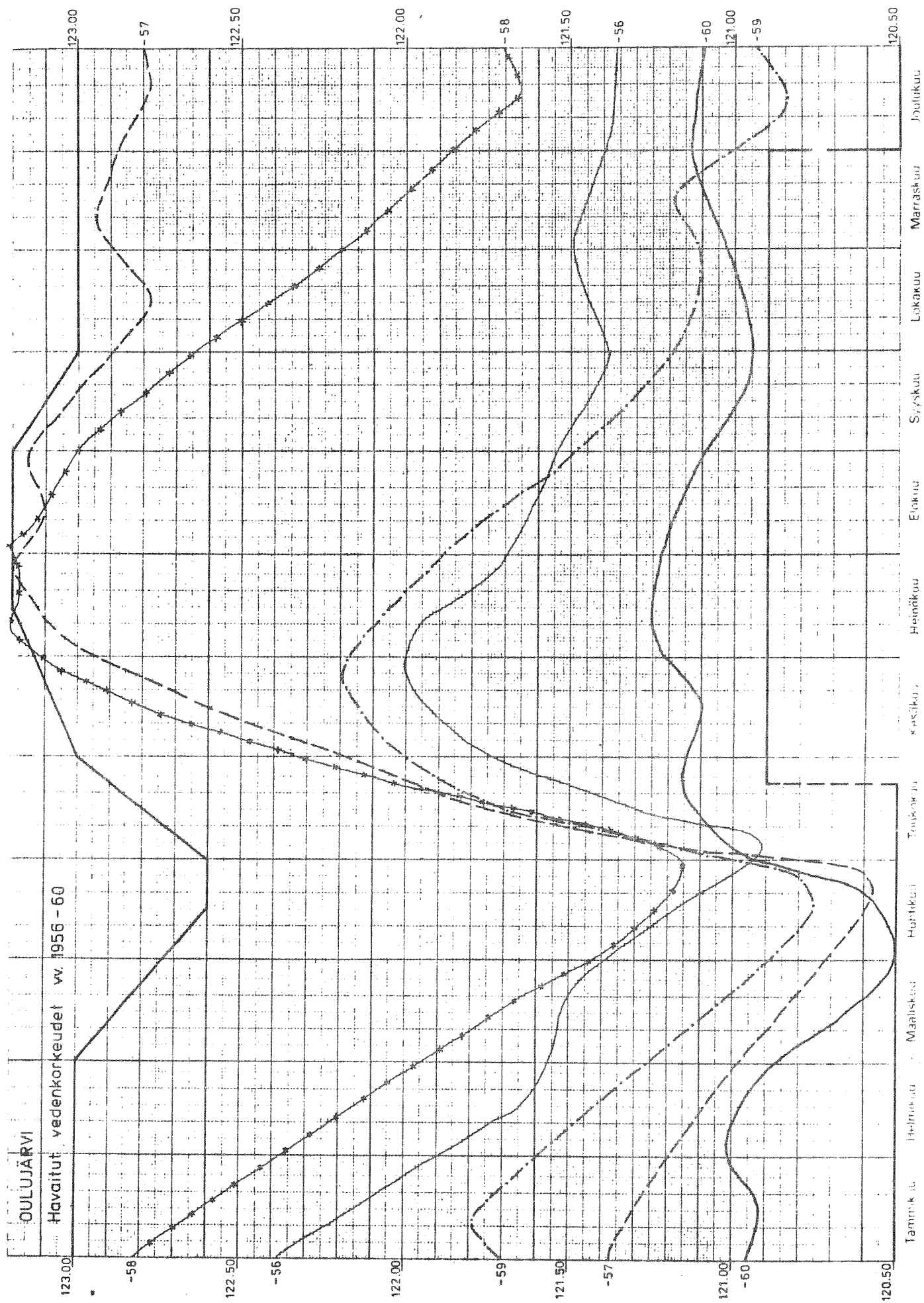
- Zackrisson, O. 1978: Vegetational successions on a shore at the Lake Storvindeln, N Sweden during the past 200 years. - Svensk Bot. Tidskr. 72 (3): 205-226
- Åman, P. 1980: Säännöstelyn vaikutuksista Oulujärven vesirunkoon. - Nordia tiedonantoja 4: 1-43

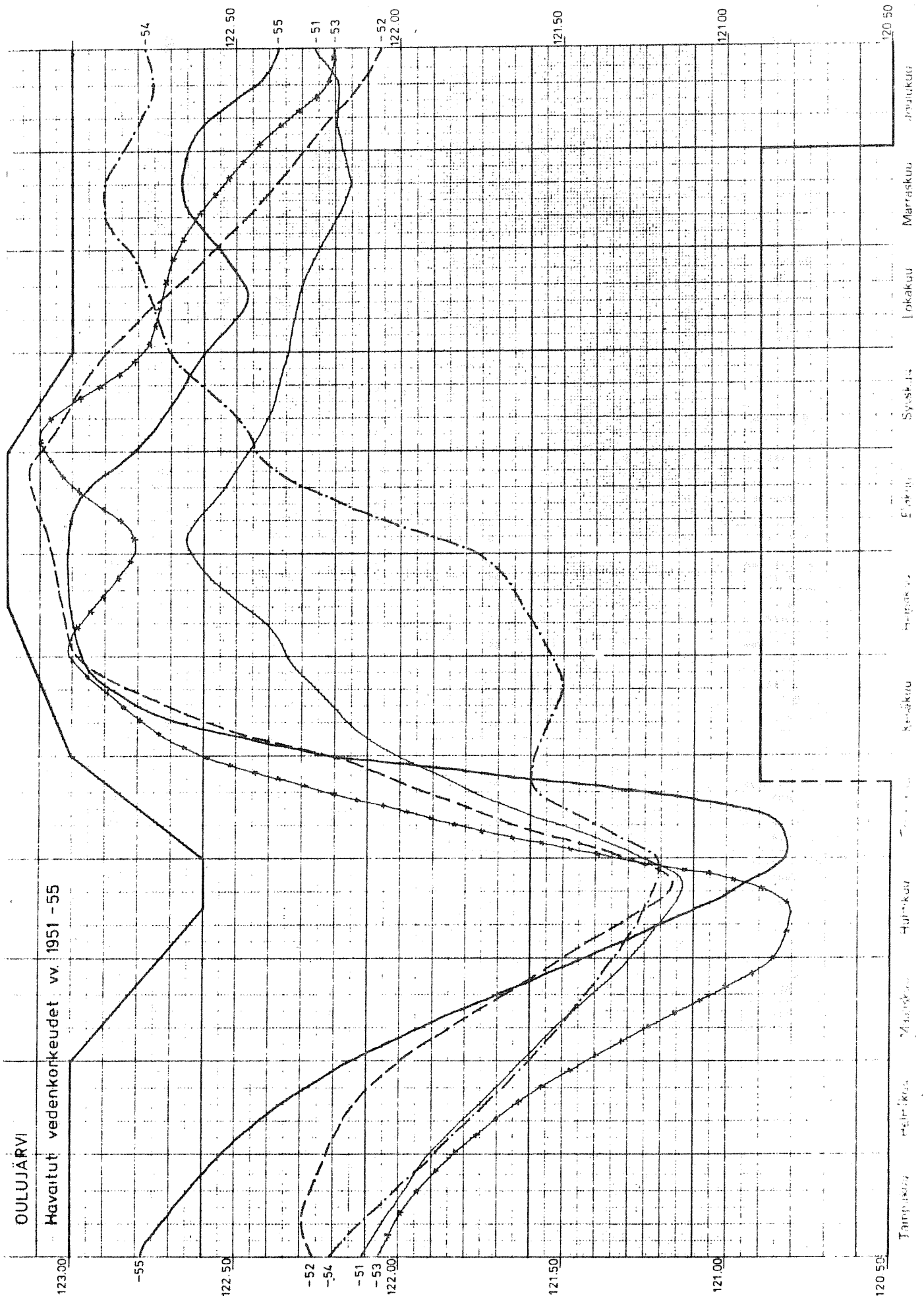












Vesianalyyseien tuloksia tutkimusalueilta 1980
 näytteenotto 0,1 - 0,3 m, kokonaisnäytteenotto 0,4 - 0,5 m.


No	Tutk.alue	Pvm.	t °C	O ₂ mg/l	O ₂ % kyll	ammonia mg/l	25 °C mg/l	pH	Yhdi mg P/l	Sealh KHT mg/l O ₂	Kok. N ug N/l	Kok. P ug P/l	Fe ug/l	Mn ug/l	Lignosulf mg N/l
1.	Lehtopuro	30.7.80 9.9.	21,5 12,5	7,6 9,1	88 88	0,77 3,60	4,1 5,0	6,5 6,6	60 90	11,4 11,1	360 320	12 21	230 660	29 24	2,0 2,0
2.	Sutela	30.7. 9.9	23,5 13,0	8,3 9,9	100 97	1,65 1,30	5,3 6,4	6,9 7,2	65 40	11,4 7,8	440 250	38 13	450 290	63 32	2,0 2,0
3.	Mantereen- lahti	30.7 9.9	24,0 16,6	8,7 11,2	105 118	1,90 3,20	4,5 4,6	6,9 6,6	80 80	13,4 11,9	400 570	28 41	580 740	42 41	3,0 2,0
4.	Nurkkala	30.7 9.9	26,2 16,9	8,3 9,3	104 99	1,10 0,63	4,2 4,0	7,0 6,8	60 50	10,6 10,6	350 350	48 25	320 250	50 38	1,5 2,0
5.	Pyykkölä	30.7 9.9	26,2 -	8,8 9,5	110	1,00 0,92	3,9 3,7	7,3 7,0	65 50	9,4 8,9	390 590	19 32	340 250	57 45	1,0 1,0
6.	Myllylahti	21.7 10.9	18,1 14,0	9,6 9,5	104 95	0,61 1,00	3,7 3,6	7,3 7,0	60 80	10,1 12,4	290 460	17 16	370 420	73 48	- 1,5
7.	Ounaslahti	21.7 10.9	16,9 13,1	10,3 8,5	110 83	0,66 1,40	3,6 3,5	7,4 5,5	60 220	10,9 37,2	280 500	52 27	1300 1900	280 100	- 2,0
8.	Ahvenkaarre	30.7 10.9	25,9 13,3	7,8 9,6	98 94	0,81 0,62	4,1 3,6	7,0 7,0	35 40	16,4 9,6	470 400	19 13	240 190	62 36	1,0 1,0
9.	Rytölahti	10.9	13,2	9,7	95	1,20	3,8	7,0	50	9,4	410	21	370	79	1,0
10.	Olkkolan- kaarre	21.7 11.9	14,9 11,3	9,8 10,7	100 101	0,69 0,84	3,6 3,5	7,2 7,2	50 25	8,6 7,1	300 310	14 16	260 140	58 20	- 0,5
11.	Hauta- kaarre	21.7 11.9	14,5 12,6	10,1 10,5	102 102	2,10 0,48	3,7 3,9	7,3 7,3	45 25	7,3 5,3	240 280	29 17	490 150	77 54	- 0,5
12.	Iso Hämnen- lahti	21.7 11.9	15,0 12,8	10,0 9,9	102 97	1,30 1,10	3,5 3,7	7,1 6,8	50 40	9,4 8,6	640 810	11 20	210 220	30 21	- 1,0
13.	Hoikan- niemi 1	8.9	12,1	9,8	94	1,40	3,0	6,9	80	10,4	350	26	900	56	1,0
14.	Hoikan- niemi 2	8.9	13,5	12,5	124	1,30	5,0	6,9	80	14,4	660	14	190	20	0,5
16.	Kokonojan- lahti	31.7 8.9	25,5 12,1	8,7 8,2	108 79	1,60 2,40	3,6 4,3	6,6 6,2	90 180	12,9 26,1	410 990	26 28	960 1200	35 49	1,5 1,5
17.	Vimparin- salmi	13.8 9.9	17,9 13,9	9,9 7,9	107 79	1,80 3,30	3,0 4,7	6,2 6,0	160 100	13,7 15,4	910 550	110 100	3410 1460	57 160	0,5 3,5
18.	Koikero- lahti	22.7 8.9	16,1 11,7	9,9 10,7	103 102	2,20 4,90	12,2 16,0	7,5 7,0	90 120	20,5 19,5	830 160	30 39	750 560	51 94	- 0,5
19.	Pikku- lahti	30.7 10.9	25,5 14,1	9,3 10,2	115 102	1,70 2,30	3,8 3,3	7,0 6,7	85 95	12,7 10,6	490 420	24 22	870 740	120 33	1,5 1,0
20.	Vuores- lahti	10.9	13,1	9,6	94	0,72	4,6	7,0	190	13,7	390	43	3000	68	1,0
21.	Mela- lahti	22.7 8.9	19,8 12,9	10,7 6,6	120 65	1,20 6,20	6,0 11,2	8,4 6,6	65 100	12,7 9,1	600 490	45 45	1340 1200	380 130	- 0,5
22.	Pitkän- perälähti	22.7 8.9	11,6 9,3	12,2 10,4	116 94	0,89 2,10	14,4 14,1	7,8 7,5	50 90	8,1 12,4	370 840	26 27	370 590	40 74	- 0,5


LIITE IIb Vesianalyysien tuloksia Oulujärven rantavesissä kesällä 1981. Näytesyvyys 0,1-0,3m, kokonaissyvyys 0,4-0,6m. Sulussa Kainuun vesipiirin käyttämä koodi näytepisteestä.


No	Tutk.alue	PH	t _g	O ₂ mg/l	O ₂ % kyll.	Sämen Piti	uSms/m	alkali- niteetti	PH	Väri	mg Pt/l	CO ₂ Mn	BOD mg/l	Kok. N ug/l	Kok. P ug/l	Liönsulfit mg Nals/l	Klorofylli mg/l	nettoassii- militatio mg C _{ass} /m ³ /a
1.	Lehtopuro (PS 184)	3.6.-81 17.6.-81 30.6.-81 13.7.-81 28.7.-81 11.8.-81 24.8.-81 7.9.-81	10.5 12.8 15.1 23.0 20.2 16.4 13.1 9.7	10.7 10.4 6.8 6.1 2.6 4.7 1.5 8.7	99 101 70 73 29 49 15 79	3.4 1.2 2.2 2.0 2.8 1.5 2.2 2.2	4.1 3.5 5.1 4.5 5.1 4.6 4.7 4.2	0.10 0.29 0.24 0.24 0.28 0.25 0.23 0.08	6.9 6.6 6.4 6.6 6.3 6.0 6.7 6.5	80 100 200 200 360 200 400 160	13.5 17.0 18.3 20.0 26.0 19.0 31.4 21.8	13.5 17.0 18.3 20.0 26.0 19.0 31.4 21.8	3.9 2.8 2.9 2.1 2.9 2.2 2.0	520 480 740 620 690 620 970 650	39 17 68 51 100 86 126 67	3.8 1.5 2.0 2.0 1.5 3.5 1.5	6.6 3.5 11.0 4.7 6.3 5.1 12.9 8.1	97 511 300 92 87 106
3.	Mantereen- lahti (Sokajärvi)	3.6.-81 15.6.-81 29.6.-81 14.7.-81 27.7.-81 12.8.-81 26.8.-81 8.9.-81	12.8 7.1 10.3 8.7 7.0 7.5 5.8 9.6	10.7 10.4 6.8 6.1 2.6 4.7 1.5 8.7	88 82 85 61 58 86	1.3 3.0 1.2 1.2 0.92 1.0 3.4	4.4 5.5 4.4 4.2 5.0 5.4 4.0	0.08 0.15 0.16 0.21 0.25 0.27 0.14	6.5 6.2 6.4 6.5 6.3 6.3 6.4	60 160 24.5 80 100 100 160 100	10.3 16.2 15.2 14.9 17.0 20.5 15.7	10.3 16.2 15.2 14.9 17.0 20.5 15.7	3.6 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 4.6	1080 840 620 700 620 990 3100	28 43 42 41 49 60 56 150	1.1 0.5 2.0 1.0 1.5 1.5 2.0	7.3 6.3 2.3 5.9 6.0 4.0 4.9	12 394 73 273 244 166 135 176
5.	Pyykkölän ranta (Toukanlampi PS 186)	3.6.-81 15.6.-81 14.7.-81 27.7.-81 12.8.-81 26.8.-81 8.9.-81	6.4 4.2 4.6 7.5 3.0 4.2 9.1	11.5 11.5 4.2 4.6 3.0 4.2 7.2	96 48 55 30 40 100	0.83 1.3 2.7 3.0 3.4 3.8 3.2	3.7 4.6 4.4 3.7 3.6 3.5 4.0	0.18 0.12 0.21 0.19 0.17 0.13 0.16	6.4 6.6 6.1 6.2 6.0 6.6 6.3	115 50 70 180 240 200 128	16.8 9.0 11.9 15.2 15.7 13.4 13.5	16.8 9.0 11.9 15.2 15.7 13.4 13.5	2.0 2.0 2.2 2.4 2.2 2.0	370 531 550 810 660 550 430	24 60 117 38 23 41 25	1.5 1.4 1.5 2.0 2.0 2.0 1.0	5.2 4.7 10.2 5.3 5.1 7.2 4.3 4.5 4.2 4.6	- 156 302 225 196 166 2 145 95
6.	Myllylahti (AS 114)	2.6.-81 15.6.-81 29.6.-81 14.7.-81 27.7.-81 12.8.-81 26.8.-81 8.9.-81	10.1 6.4 15.1 20.2 18.0 14.4 11.9 7.7	6.4 6.4 10.1 6.2 9.0 8.9 8.4 8.1	54 104 70 108 81 81 69	1.4 0.84 1.1 0.87 1.3 2.1 3.2	4.2 4.9 3.6 3.9 3.8 3.9 4.0	0.08 0.13 0.16 0.16 0.16 0.13 0.13	6.7 6.7 6.6 6.0 7.0 6.5 6.1	70 100 70 100 90 150 140	11.3 20.7 18.5 15.9 11.1 18.0 15.0	11.3 20.7 18.5 15.9 11.1 18.0 15.0	2.5 2.1 2.0 2.2 2.0 2.0 2.5	550 810 660 550 430 370 460	117 38 23 41 25 32 47	1.4 1.5 2.0 2.0 2.0 1.5 1.0	10.2 5.3 5.1 7.2 4.3 4.5 4.2 4.6	156 302 225 196 166 2 145 95
8.	Manamansalo Ahvenkaarre (NS 135)	2.6.-81 16.6.-81 30.6.-81 13.7.-81 28.7.-81 11.8.-81 24.8.-81 7.9.-81	9.4 14.4 14.5 20.4 18.7 14.4 12.8 8.3	10.1 9.1 7.8 8.0 8.6 8.9 8.9 8.9	102 92 89 88 87 87 87	1.5 0.83 0.74 0.72 1.1 2.0 2.3	3.1 3.3 4.0 3.8 3.5 3.5 3.4	0.08 0.15 0.14 0.13 0.13 0.11 0.12	6.1 6.2 6.5 6.6 6.2 6.4 6.4	50 140 70 50 70 100 89	9.2 21.5 12.9 11.1 9.1 12.1 22.7	9.2 21.5 12.9 11.1 9.1 12.1 22.7	2.1 2.0 2.0 2.0 2.0 2.1 2.2	589 410 360 530 360 470 530	45 18 24 18 26 22 38	1.5 1.8 2.0 2.0 1.5 1.5 1.5	6.2 5.9 2.9 3.7 4.0 4.6 7.7	165 271 254 166 296 - 264 756
10.	Särkäsniemi Olkkolan- kaarre (NS 137)	2.6.-81 16.6.-81 29.6.-81 15.7.-81 27.7.-81 12.8.-81 26.8.-81 7.9.-81	10.2 11.2 16.1 17.0 20.1 14.6 11.2 8.5	11.1 9.4 9.0 8.3 9.1 10.3 11.1 11.1	104 98 96 94 92 97 98	0.56 1.1 4.2 2.4 2.1 2.8 3.8	3.3 3.6 3.2 3.8 3.7 4.0 4.0	0.09 0.11 0.11 0.14 0.15 0.15 0.14	6.8 6.7 6.6 6.4 6.6 6.6 6.8	40 40 40 80 60 60 70	7.0 8.8 11.1 11.4 10.1 10.1 10.1	7.0 8.8 11.1 11.4 10.1 10.1 10.1	2.5 2.5 2.0 2.1 2.1 2.5	360 470 430 490 570 350 480	21 14 38 41 77 36 52	1.0 1.5 1.5 1.5 1.5 0.5 1.0	4.6 3.3 3.3 8.3 5.3 8.7 5.5 9.4	93 96 135 196 115 154 126 203


	Pvm.	t°C	O ₂ mg/l	% kyll.	Samuus FTU	n 25ms/m alkali- niteetti	pH	Virta m³/s	COD Mn mg/l O ₂	BOD mg/l	Kok. N µg/l	Kok. P µg/l	Liemosuoli mg NaCl/l	Klorofylli mg/l	nettoass- imlaatio mg C _{org} /m³/d
16. Itäranta Kokonojan- lahti (NS 136)	2.6.-81 16.6.-81 30.6.-81 13.7.-81 29.7.-81 11.8.-81 24.8.-81 7.9.-81	8.5 13.0 15.0 20.6 20.7 15.3 13.7 10.0	10.8 7.8 7.3 7.4 7.7 5.0 9.0 7.8	106 80 84 85 79 50 83	0.66 1.6 1.5 1.4 1.2 1.3 1.8	3.6 3.5 2.7 9.3 3.1 2.9 3.3 3.6	6.0 5.1 6.1 6.2 6.8 6.1 5.8 6.3	160 240 160 160 140 140 160 177	22.6 42.0 23.0 22.0 17.0 27.7 22.3	2.0 2.1 2.0 2.1 2.0 2.1 2.3	480 740 1100 610 690 420 700 668	34 39 40 43 38 36 43 39	1.5 2.5 2.0 2.5 2.0 1.5 1.5 2.0	3.9 3.3 3.8 4.1 10.7 8.0 5.8 10.8	211 285 273 511 781 73 383
17. Vamparinsal- mi (Sokajärvi 2)	3.6.-81 15.6.-81 29.6.-81 14.7.-81 12.8.-81 27.7.-81 8.9.-81	7.2 17.8 21.2 16.9 22.7 9.5	10.5 11.0 7.9 3.5 7.0 6.5 7.1	105 95 86 40 75 41 59	1.8 1.6 1.2 1.4 0.86 1.2 0.88	4.6 3.9 8.1 4.4 3.7 4.3 3.6	6.1 6.4 6.3 6.1 6.1 5.9	177 70 160 200 80 200 120	24.0 14.3 22.0 22.0 14.9 21.0 18.0	2.3	500 500 530 1300 720 1100 340 880	39 37 29 150 124 130 21 78	2.0 4.2 2.5 2.5 3.0 3.0 2.5	5.8 9.7 3.8 21.5 1.6 2.2 3.3 3.6	383 12 143 636 124 54 230 371
18. Koikeronlah- ti (PS 181)	16.6.-81 30.6.-81 13.7.-81 28.7.-81 11.8.-81 24.8.-81 7.9.-81	13.5 16.2 20.2 20.2 15.6 13.1 10.1	10.5 6.0 6.0 4.0 2.6 2.1 5.1	104 63 70 45 27 21 44	1.0 0.86 1.5 0.89 0.84 1.3 1.1	8.8 9.1 9.8 10.7 10.8 12.6 12.3	6.2 6.3 6.8 6.8 6.5 6.5 6.7	129 200 200 160 160 160 100 145	19.4 39.4 22.3 25.3 28.6 32.4 35.7	2.1	767 1200 1000 1300 1100 990 1300 1170	81 33 44 42 42 39 51 45	4.0 1.5 1.5 0.5 1.5 1.5 1.0 1.5	4.0 2.0 17.0 12.2 8.4 5.9 4.6 4.1	45 331 434 284 222 191 223
19. Vuoreslahti pikkulahti (ÄS 116)	2.6.-81 15.6.-81 29.6.-81 14.7.-81 27.7.-81 12.8.-81 26.8.-81 8.9.-81	6.6 16.1 21.0 21.0 15.1 12.4 9.5	10.1 9.1 6.9 4.8 6.5 7.6 7.5	86 95 79 55 67 74 69	2.0 0.94 2.3 2.1 1.4 1.2 0.96	5.8 5.6 3.8 4.3 3.6 3.3 3.2	6.3 6.4 6.1 6.1 6.0 6.0 5.9	100 200 150 150 160 160 160	13.8 32.9 18.0 16.4 21.3 20.2 24.3	2.5 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 3.5	500 1110 630 480 810 450 610 370	35 46 46 30 89 35 32 44	1.6 1.0 2.0 2.0 2.5 1.5 1.5 2.0	11.7 6.4 9.1 4.6 3.2 6.6 4.2 6.0	704 1374 78 359 124 227 233 129
21. Melalahti (PS 180)	2.6.-81 16.6.-81 30.6.-81 13.7.-81 28.7.-81 11.8.-81 24.8.-81 7.9.-81	11.5 15.2 15.7 19.9 19.5 17.6 11.7	11.2 7.5 7.7 6.6 8.1 7.3 9.8	114 78 90 74 87 73 94	2.6 1.2 1.0 0.98 0.78 1.2 0.82	5.7 6.9 6.0 4.3 4.0 5.8 3.9	6.8 6.8 6.7 6.9 6.6 6.0 6.9	100 150 150 90 80 70	13.0 17.5 17.7 13.9 12.7 13.2	1.7	645 620 590 1100 590 590 470 450	45 31 33 50 24 40 15 18	6.0 10.3 1.3 1.0 1.0 1.5 1.0 1.0	6.5 4.5 4.5 19.1 6.5 6.0 4.2 11.0	129 327 236 509 166 195 117 364 176
22. Pitkänperän- lahti (PS 182)	3.6.-81 17.6.-81 30.6.-81 13.7.-81 28.7.-81 11.8.-81 24.8.-81 7.9.-81	6.5 10.5 15.3 23.0 23.3 16.8 13.1 10.5	12.0 11.3 8.7 7.7 7.6 8.3 7.4 9.5	100 106 89 92 86 88 73 88	3.7 2.4 0.91 1.2 0.88 0.67 0.72 0.70	10.2 7.9 4.0 4.8 4.9 4.5 5.9 0.44	6.7 6.8 6.8 7.0 6.9 6.8 6.9 6.9	94 160 170 100 160 120 100 105	15.3 15.9 17.3 17.5 17.2 17.5 17.7 19.0	3.4 2.0 2.0 2.4 2.0 2.2	500 670 390 450 700 430 680 564	33 25 32 26 31 24 35 30	0.9 1.0 1.5 1.5 1.1 1.0 1.5	3.0 3.6 5.7 5.0 6.7 6.6 4.7	96 247 271 3 92 134 37


Tutkimusalueitten rantaprofiilit vuonna 1980. Alueilta 3, 8, 9, 15 ja 18 ei ole vaaitustuloksia, joten niiltä on esitetty kasvillisuusvyöhykkeet linjoilta ilman profiilia


 = pensaikko


 = järviruoko


 = saraikko


 = vihvilät

 = korteikko

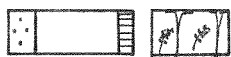
 = rantaleinikki yms.

 = kellulehtiset

 = uposlehtiset

 = pohjaversoiset

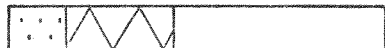
3. MANTEREENLAHTI



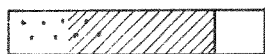
8. AHVENKAARRE



9. RYTÖLAHTI



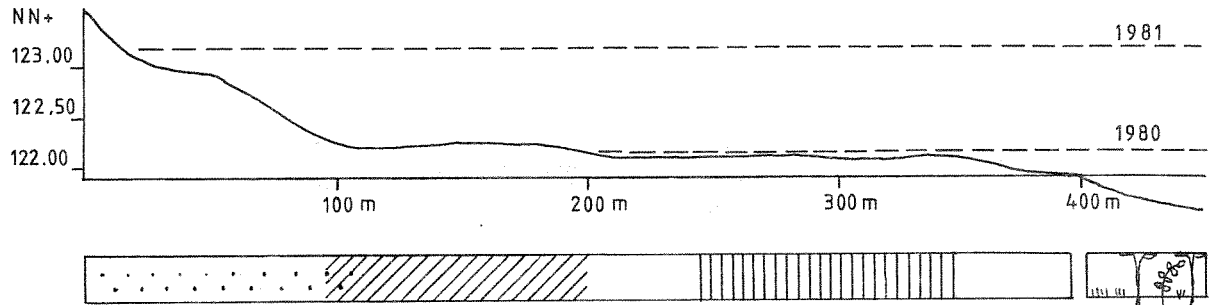
15. KATTILANOJANLAHTI



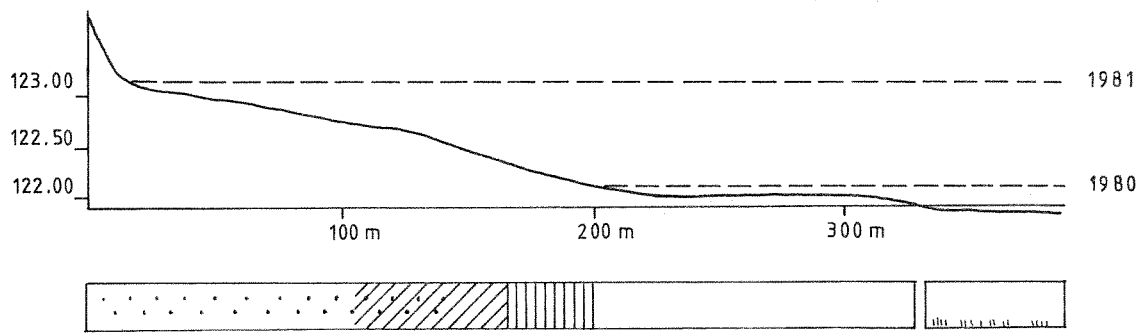
18. KOIKERONLAHTI



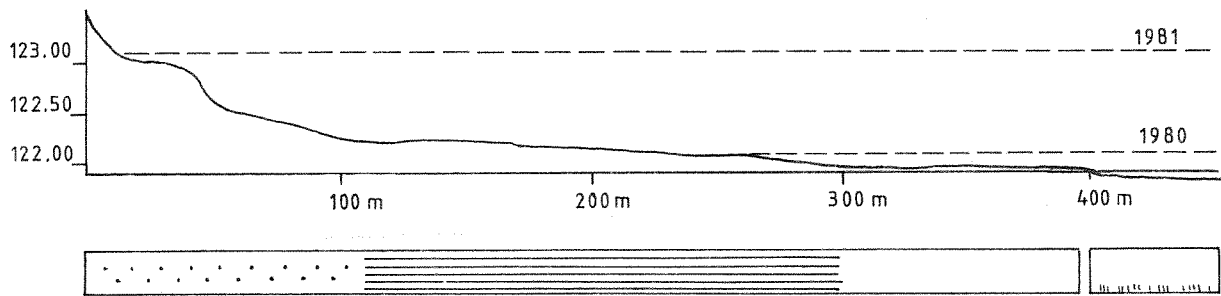
1. LEHTOPURO



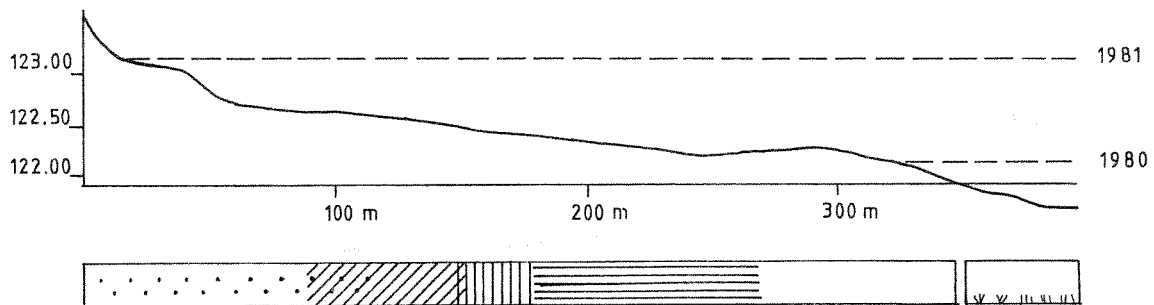
2. SUTELA



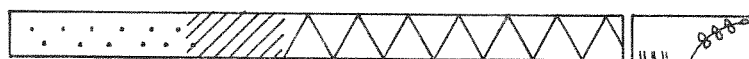
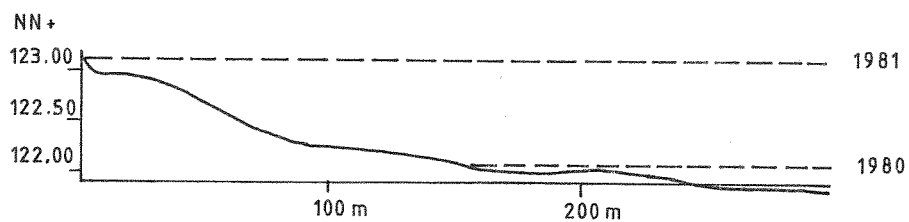
4. NURKKALA



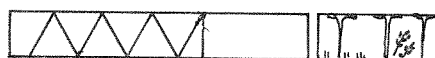
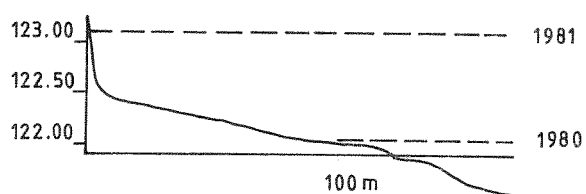
5. PYYKKÖLÄ



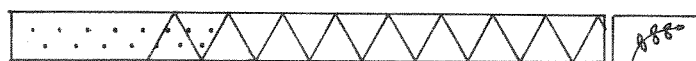
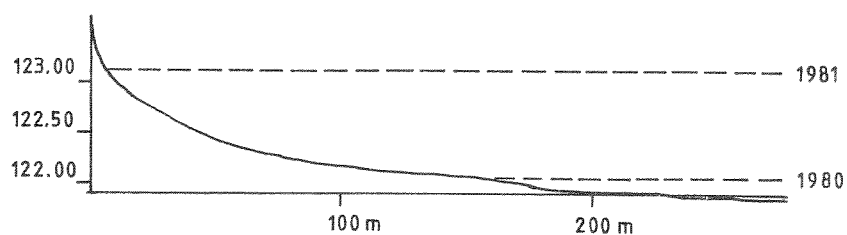
6. MYLLYLAHTI



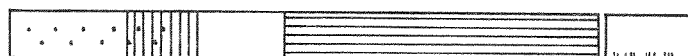
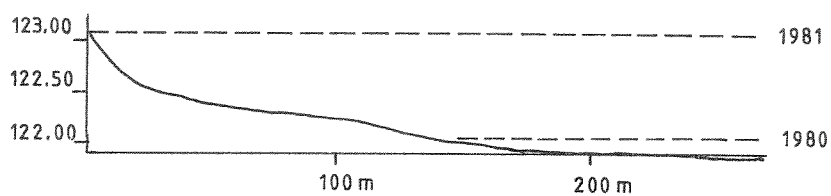
7. OUNASLAHTI



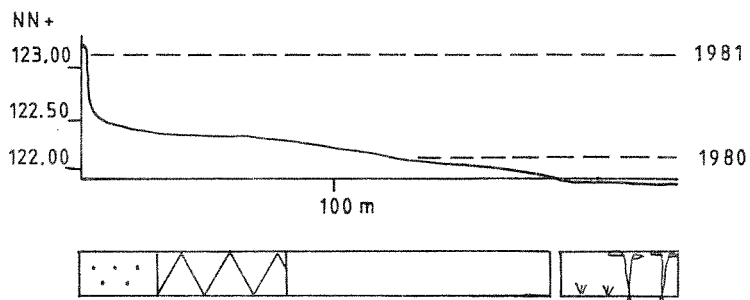
10. OLKKOLANKAARRE



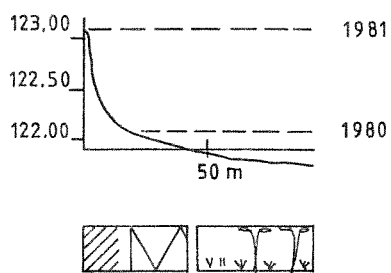
11. HAUTAKANGAS



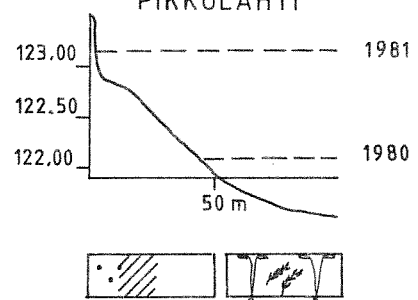
12. ISO HÄMEENLAHTI



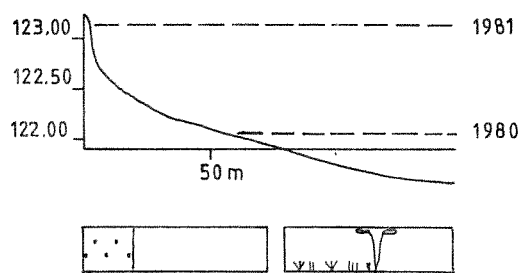
13. HOIKANNIEMI 1



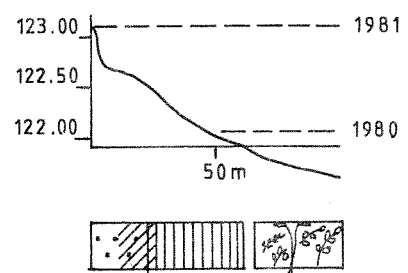
19. VUORESLAHTI, PIKKULAHTI



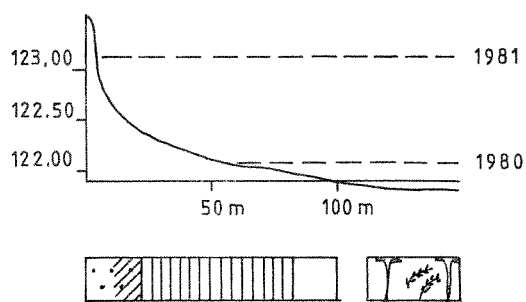
14. HOIKANNIEMI 2



21. MELALAHTI



16. KOKONOJANLAHTI



22. PITKÄNPERÄNLAHTI

